

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРОСЕИВАНИЯ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ

Т. М. Кадильникова

Доктор технических наук, профессор*
Контактный тел.: (056) 372-37-66

Н. А. Силина

Аспирант*

*Кафедра высшей математики

Национальная металлургическая академия Украины
пр-т Гагарина 4, г. Днепропетровск, Украина, 49005
Контактный тел.: (0562) 67-27-82

В роботі наводиться динамічна схема вібраційного очищення просію вальних поверхонь при класифікації сипучого матеріалу. На основі аналізу динамічних властивостей системи вібраційного очищення розроблена методика та програма розрахунку раціональних параметрів переривчастого силового збудження. Досліджено коефіцієнти динамічності системи для різних областей частот коливань вібровозбудника: низьких і резонансних частот, високих частот

Ключові слова: вібраційне очищення, динамічна схема, вібровозбудник просіювальна поверхня, сипучий матеріал

В работе приводится динамическая схема вибрационной очистки поверхностей просеивания при классификации сыпучего материала. На основе анализа динамических свойств системы вибрационной очистки разработана методика и программа расчета рациональных параметров прерывистого силового возмущения. Исследованы коэффициенты динамичности системы для различных областей частот колебаний вибровозбудителя: низких и резонансных частот, высоких частот

Ключевые слова: вибрационная очистка, динамическая схема, вибровозбудитель, поверхность просеивания, сыпучий материал

1. Введение

В горнодобывающей, строительной, металлургической промышленности активно применяется процесс классификации сыпучих материалов, от эффективности которого зависит производительность большинства вибрационных машин и технологий. Основная проблема классификации состоит в образовании завалов на просеивающих поверхностях, которые возникают, как правило, вследствие повышенной влажности материала, приводящей к «залипанию» ячеек для просеивания. К настоящему времени остро становится вопрос о создании новых эффективных энергосберегающих технологий классификации сыпучих материалов.

2. Анализ исследований и публикаций

В практике горнодобывающей, строительной, металлургической промышленности используется ряд способов очистки просеивающих поверхностей. Все эти способы можно распределить следующим образом:

- механическое удаление «залипаний» [1];
- изменение геометрической формы поверхности просеивания [2];
- воздействие на просеивающий материал извне потоком жидкости или газа [3];

- изготовление просеивающих поверхностей из конструкционных материалов с упругими свойствами [4];
- вибрационное воздействие на просеивающую поверхность и сыпучий материал [5].

3. Формирование целей и задач

Особое внимание в настоящее время уделяется вибрационной очистке просеивающей поверхности. Этот процесс отличается от ранее перечисленных тем, что, безусловно, может носить непрерывный характер воздействий.

Вибрационное воздействие на сыпучий материал способствует его равномерному распределению по рабочей поверхности, облегчает прохождение фракций через отверстия за счет уменьшения величин коэффициента трения между материалом и просеивающей поверхностью и коэффициента трения между частицами материала.

Целью настоящей работы является создание энергосберегающей технологии вибрационной очистки просеивающих поверхностей для классификации материалов различной крупности.

Для достижения поставленной цели необходимо построить динамическую схему системы вибрационной очистки и разработать рекомендации по рациональному ее функционированию.

4. Основная часть

Как показывает практика, энергосбережение и устранение резонансных явлений при вибрационной очистке можно достичь посредством периодических отключений силовых возмущений, обеспечивающих монотонное уменьшение амплитудно-частотных характеристик системы.

Динамическая схема системы вибрационной очистки изображена на рис. 1.

Просеиваемый материал 1 может перемещаться относительно неподвижной просеивающей поверхности 2 в строго фиксированном направлении Ох. Просеивающая поверхность связана с жестким основанием 3 конструкции посредством упругих элементов 4 и линейного демпфирующего элемента 5. На жестком основании конструкции установленный вибровозбудитель 6, оси которого перпендикулярны направлению колебаний просеивающей поверхности, приводящийся в движение асинхронным электродвигателем. Для обеспечения периодичности в работе вибровозбудителя используется преобразователь частот 7.

Динамические свойства системы вибрационной очистки характеризуются коэффициентом динамичности К, который определяется как модуль отношения амплитуды перемещения материала x_0 к амплитуде колебаний просеивающей поверхности y_0 :

$$K = \left| \frac{x_0}{y_0} \right|.$$

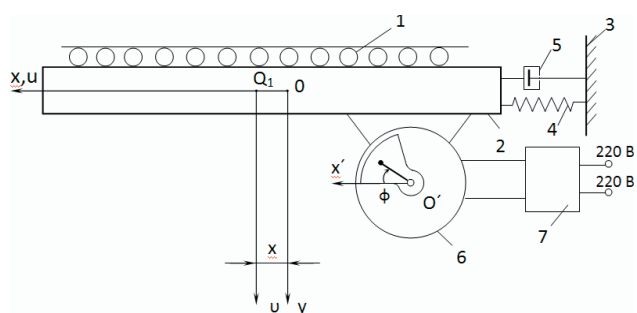


Рис. 1. Динамическая схема системы вибрационной очистки

Для нахождения соответствующих амплитуд колебаний в системе запишем уравнение движения сыпучего материала по просеивающей поверхности в виде:

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + k^2x = 2n\dot{y} + k^2y + \frac{P(t)}{m}, \tag{1}$$

где k - жесткость упругого элемента; n - коэффициент вязкого демпфирования; m - масса сыпучего материала; y - кинематическое возмущение; $P(t)$ - силовое возмущение.

Для кинематического и силового возмущений имеют место следующие соотношения:

$$y = y_0 \sin \omega t, \tag{2}$$

$$P(t) = \begin{cases} -P_0, & \text{при } 0 \leq t \leq t_1; \\ 0, & \text{при } t_1 \leq t \leq \frac{T}{2} \\ P_0, & \text{при } \frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} + t_1 \end{cases}$$

и $\frac{T}{2} + t_1 \leq t \leq T,$ (3)

где y_0, P_0 - амплитуды кинематического и силового воздействий соответственно; t_1 - длительность импульса силового возмущения; ω - частота кинематического возмущения; $T = 2\pi/\omega$ - период кинематического возмущения.

Для представленных в (3) полупериодов численно, с помощью разностного метода Коуэлла [6], получим решения уравнения (1), на основании которых построим графические зависимости коэффициента динамичности К от коэффициента расстройки частот η .

Введем обозначение:

$$1 - [0; t_1]; \quad 2 - \left[t_1; \frac{T}{2} \right]; \quad 3 - \left[\frac{T}{2}; \frac{T}{2} + t_1 \right]; \quad 4 - \left[\frac{T}{2} + t_1; T \right]$$

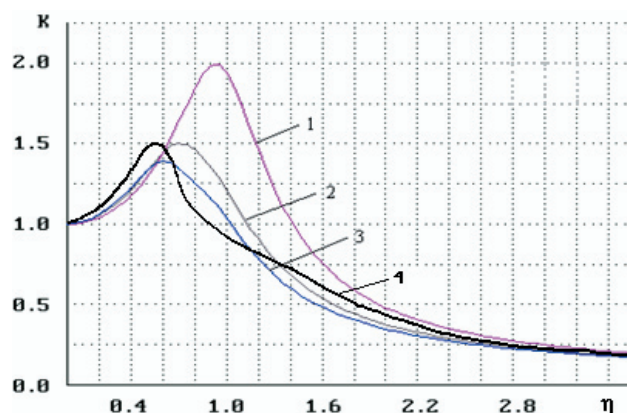


Рис. 2. Зависимость коэффициента динамичности от коэффициента расстройки частот для различных периодов силовых возмущений

Смещение резонансных пиков в область более низких частот повышает эффективность вибрационной очистки просеивающих поверхностей. При определенных соотношениях жесткости коэффициент динамичности становится меньше единицы при $\eta > 1$ в отличие от пассивных систем, у которых $K < 1$ при $\eta > 1$, [4].

Под пассивными системами в данном случае будем понимать динамические системы вибрационной очистки, в которых отсутствует прерывистое силовое воздействие.

Установлено, что при определенных параметрах жесткости графики амплитудно-частотных характеристик монотонно убывают, тем самым устраняются нежелательные для системы резонансные явления. При исследованиях процессов вибрационной очистки перспективным направлением является оценка амплитудно-частотных характеристик системы в резонансной области.

5. Выводы

1. В результате сопоставительного анализа динамических свойств различных систем очистки просеивающей поверхности установлено, что прерывистое изменение силового возмущения позволяет выполнять перспективные условия для эффективной вибрационной очистки.

2. Разработана динамическая схема системы вибрационной очистки, на основе которой построена методика и программы расчета рациональных параметров прерывистого силового воздействия.

3. Исследованы коэффициенты динамичности для различных частот расстройки системы, проведен сравнительных анализ с подобными заявленной системе пассивными системами вибрационной очистки поверхностей просеивания.

Литература

1. Бедин В.В. Обоснование и выбор параметров наклонных вибрационных мельниц для измельчения влажных отходов карбонатных карьеров.- Дис. на соиск. учен. спен. канд. техн. наук. – М., 1985. 180 с.
2. Патент Германии №19532770. Грохот- мкн В 07 В 4/08. 6.03.97.
3. Сторпе К. Ein neuer verstopfungs freier Siebbelag // Steinbruch und Sandgrube.- 1989. 82. №8.- С.530-537.
4. Синельникова Л.Н. Оборудование для тонкого грохочения за рубежом.- М.: Цветметинформация, 1977.-205 с.
5. Allgaier optimiert Siebung mit Hilfe von Ultraschallreinigung // Aufbereitungs – Technik.- 1996. 37. № 7- С. 343- 348.
6. Кальницкий Л.А., Добротин Д.А., Жевержеев В.Ф. Специальный курс высшей математики для ВТУЗов.- М.: Высшая школа, 1976.- 390 с.

Abstract

The article considers the issues of creation of energy-efficient technologies of vibrational cleaning of sieving surfaces during the classification of bulk solids of various sizes. The effects of vibration on the bulk solids were studied, its positive impact on the distribution of material on the work surface and the passage of solids through the sieve fractions of the mesh were determined.

The article presents the dynamic scheme of vibrational cleaning of sieving surfaces during the classification of bulk solids. On the basis of analysis of the dynamic properties of vibration cleaning system we developed the technique and calculation program of rational parameters of discontinuous force excitation.

The dynamic coefficient of the system for different frequencies of exciter vibration (low, high and resonant frequencies) was determined.

The article presents the recommendations on energy-efficient operation of the system of vibrational cleaning of sieving surfaces of various materials in industrial conditions

Keywords: *vibrational cleaning, dynamic scheme, exciter, sieving surface, bulk solids*