

сепаратора // Геотехническая механика. - Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. - Днепропетровск. - 1997. - Вып. 4. - С. 92-94.

2. Ганчев Б.Г. Охлаждение элементов ядерных реакторов стекающими пленками. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 192 с.

3. Исследовать гидродинамическую классификацию тонкозернистых материалов во время движения пульпы тонким слоем по вогнутой рифленой поверхности классификатора. - Рук. В.Н. Потураев. № ГР 0193U027844. - Днепропетровск, 1997. - 119 с.

УДК 622.742:621.928.028.3-036.4

В.Л. Морус, А.В. Никутов

**НОВЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ РЕЗИНОВЫЕ РАБОЧИЕ
ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ГРОХОТОВ БАРАБАННОГО ТИПА,
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА ВНУТРИ
ЦИЛИНДРОВ С МНОГОЗАХОДНОЙ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ
СПИРАЛЬЮ**

Розглянута проблема підвищення ефективності і якості продукції сучасного збагачувального устаткування. Описані формули для визначення продуктивності барабанного грохоту по транспортуванню надрешетного матеріалу в залежності від частоти обертання, кута нахилу і конструктивних параметрів транспортуючої спіралі. Іл. 2. Бібліогр.: 4 найм.

Проблемы повышения эффективности и качества продукции современного обогатительного производства, а также создания новых технологий переработки минерального сырья неразрывно связаны с задачами интенсификации и повышения технико-экономических показателей процессов мелкого и тонкого грохочения. В ИГТМ НАН Украины в течении ряда лет ведутся исследовательские работы по созданию, освоению производства и внедрению технологически высокоэффективных и долговечных просеивающих поверхностей грохотов из износостойких резин, а также новых способов и средств их применения,

обеспечивающих существенное повышение технологических показателей разделения - удельной производительности и эффективности грохочения.

Одним из направлений таких работ является создание техники, основанной на использовании циркуляционных движений частиц в слое сыпучего материала, взаимодействующего с просеивающей поверхностью. В ряду оборудования этого типа наиболее известны издавна и широко применяемые до настоящего времени в операциях обогащения россыпных месторождений, промывки песков, дезинтеграции глиносодержащих минералов, а также в замкнутых циклах измельчения высокопроизводительных схем рудоподготовки современных ГОКов - барабанные грохоты, дражные бочки и бутары. Принципиально важными достоинствами таких грохотов являются простота узлов и агрегатов, плавность хода, минимальные динамические нагрузки на фундаменты и другие элементы производственных зданий и сооружений. Вместе с тем, их основной недостаток - преимущественное применение в качестве рабочих поверхностей металлических перфорированных листов, минимальный размер отверстий которых находится на уровне не ниже 8-10 мм. Отсутствие технических решений, обеспечивающих возможность эффективного применения других типов рабочих поверхностей, крайне ограничивает область применения таких устройств, в особенности для высокопроизводительных и доводочных технологий обогащения с мелким и тонким грохочением по крупности от 8 до 0.5 мм, где, решая задачи устранения динамических нагрузок на строительные конструкции и существенного снижения уровней производственных шумов, они могли бы успешно конкурировать с вибрационным оборудованием.

Устранение перечисленных недостатков является главной целью разработанного в ИГТМ НАН Украины ряда барабанных грохотов и новых специальных износостойких резиновых рабочих поверхностей мелкого и тонкого грохочения на основе просеивающих элементов типа СДАЛ [1] с кольцевым сечением несущего органа. Основные отличительные особенности этих конструкций состоят в том, что барабаны грохотов формируются из последовательно соединяемых цилиндрических модулей. При фиксированной длине модуля, принятой для разработанной серии

конструкций в один метр, его диаметр может выполняться любым необходимым - созданы экспериментальные образцы с диаметрами от 0.6 до 2 метров. Рабочая поверхность модуля формируется установленными с натяжением внутри по образующим цилиндра просеивающими элементами СДАЛ шириной 100-150 мм. Новый специальный профиль концевых и промежуточных узлов крепления обеспечивает полную защиту всех внутренних и наружных деталей металлоконструкций модулей от взаимодействия с грохотимым материалом. Еще одной важной и принципиальной особенностью конструкции является наличие внутри барабанов многозаходной транспортирующей спирали, формируемой, расположенными на рабочей поверхности просеивающих элементов под углом около 20 градусов к линии натяжения ребрами высотой 40 мм. Такой угол подъема винтовой линии позволяет создавать транспортирующие спирали просеивающими элементами одной конструкции, устанавливая каждый последующий с разворотом на 180 градусов относительно предыдущего. Каждая пара установленных таким образом просеивающих элементов шириной B формирует один заход транспортирующей спирали. Количество заходов спирали для заданного внутреннего диаметра барабана D при этом составит:

$$N = \pi D / 2B, \quad (1)$$

а шаг - в интервале от 160 до 180 мм. Например, в экспериментальном образце барабанного грохота с внутренним диаметром 800 мм таким техническим решением создается двенадцатизаходная транспортирующая спираль. Ребра спирали могут наращиваться посредством установки на них резиновых H - образных промежуточных опор СДАЛ [1] а также дополнительными резиновыми пластинами.

По мнению разработчиков, перечисленные особенности конструкции открывают новые технологические и эксплуатационные возможности для совершенствования оборудования грохочения барабанного типа, а также ставит ряд новых исследовательских задач, имеющих целью установление закономерностей транспортирования внутри цилиндров с многозаходной транспортирующей спиралью при варьировании в широком диапазоне угла наклона оси и частоты вращения барабана. Для аналитических

исследований таких закономерностей разработана математическая модель, описывающая механику перемещения слоя сыпучего материала от вращения цилиндра с внутренней многозаходной спиралью.

Производительность транспортирования рассматриваемого устройства зависит от скорости перемещения и погонной массы материала внутри цилиндра и в общем виде определяется из выражения

$$Q_m = 3,6 \cdot q \cdot V, \text{ т/ч} \quad (2)$$

где q - погонная масса материала, т/м; V - скорость движения материала вдоль оси транспортирования, м/с.

Для определения объема материала, расположенного между спиральями используем формулу Симпсона. Погонная масса материала:

$$q = V \cdot \rho \cdot S \quad (3)$$

где V - объем материала находящегося между спиральями, ρ - насыпная плотность материала; S - шаг спирали.

При изменении угла транспортирования изменяется и погонная масса материала, так как она зависит от его объема, в промежутках между спиральями. Полученное выражение имеет вид:

$$g = \frac{S}{6} \cdot \rho \left[\frac{4}{3} \left(\sqrt{H(2R-H) - S \operatorname{tg} \alpha (R - 2H - S \operatorname{tg} \alpha)} (H - 3 \operatorname{tg} \alpha) + \right. \right. \\ \left. \left. + 4 \sqrt{2R \left(H - \frac{S \operatorname{tg} \alpha}{2} \right) - \left(H - \frac{S \operatorname{tg} \alpha}{2} \right)^2} \left(H - \frac{S \operatorname{tg} \alpha}{2} + \sqrt{2RH - H^2} \cdot H \right) \right] \quad (4)$$

где α - угол наклона грохота, град; R - радиус барабана, м; H - высота спирали, м; S - шаг спирали, м.

Для определения скорости перемещения материала вдоль оси транспортирования рассмотрим три режима движения материала внутри барабана.

Каскадный режим движения характеризуется тем, что материал поднимается на некоторый предельный угол и частицы переходят в движение по замкнутым траекториям. При данном режиме материал остается в этом положении; частицы непрерывно циркулируют, поднимаясь по круговым траекториям и скатываются затем "каскадом".

Смешанный режим характеризуется переходом некоторого количества частиц с круговых на параболические траектории. Водопадный режим

режим осуществляется при частоте вращения барабана, обеспечивающей переход всех или большинства слоев материала с круговых на параболическую траекторию.

При каскадном режиме скорость перемещения материала вдоль оси барабана определяется по формуле:

$$V = 2\pi R \operatorname{tg} \mu \cdot n, \text{ м/с} \quad (5)$$

где μ - угол подъема винтовой линии, град; N - частота вращения барабана, об/мин.

При водопадном и смешанном режиме и угле транспортирования больше нуля градусов происходит относительное перемещение части материала вдоль оси барабана вниз. Слой материала, отрываясь от стенки барабана, движется по параболической траектории, в это время материал, находящийся на внутренней поверхности барабана, проходит путь ΔL вдоль оси транспортирования. Скорость отрыва частицы материала (рис. 1):

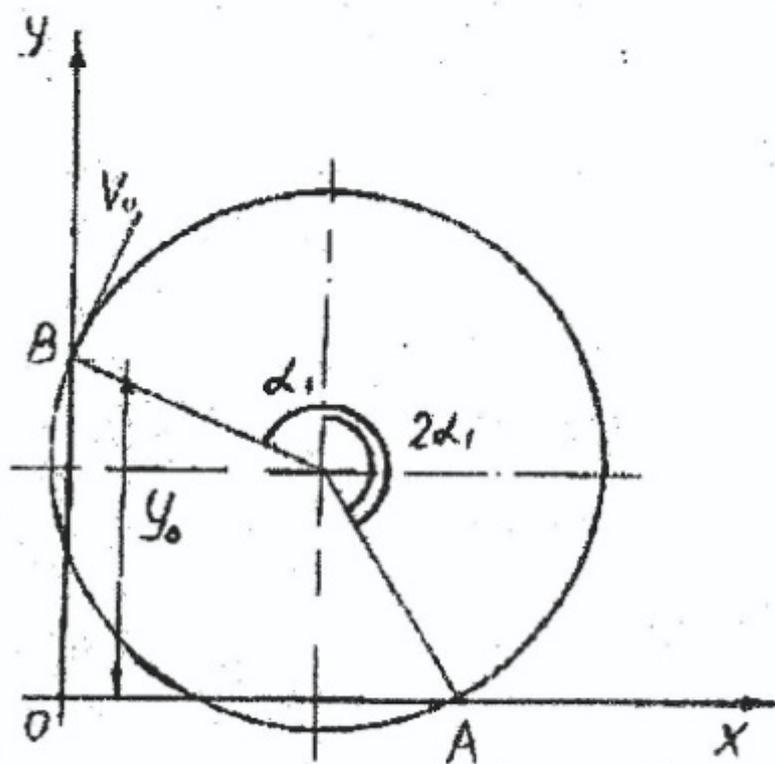


Рис. 1. Расчетная схема определения скорости отрыва материала от внутренней стенки барабана и периода движения по параболической траектории

$$V_0 = \sqrt{gR \cos \alpha_1} \quad (6)$$

где α_1 - угол, при котором происходит отрыв частицы материала от поверхности барабана, град; R - радиус барабана, м.

Угол определяем по формуле Левинсона

$$\cos \alpha_1 = R N^2 / 900. \quad (7)$$

Время, в течении которого материал движется по траектории ВА, определяем из уравнения

$$Y_0 + \delta_0 t_n \sin \alpha_1 - \frac{g t_n^2}{2} = 0, \quad (8)$$

$$t_n = \frac{V_0 \sin \alpha_1 + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha_1 + 2gY_0}}{g}, \quad (9)$$

где Y_0 - координата точки отрыва частицы материала.

Время движения частицы материала по траектории АВ находим по формуле

$$t = \frac{360 - 3\alpha_1}{6n}, \text{ с.} \quad (10)$$

С увеличением угла транспортирования время t будет уменьшаться. При каскадном режиме это связано с пересыпанием слоя материала выше высоты спирали. Вышеперечисленные факторы существенно влияют на скорость перемещения материала вдоль оси барабана. Величина этого влияния учитывается формулой

$$V_{\text{мин}} = \frac{(t \cdot V - t_n \cdot V \cdot \sin \alpha)}{(t - t_n)}; \text{ м/с.} \quad (11)$$

Подставив формулы (11, 10, 9, 5, 4) в выражение (2), получим уравнение производительности барабанного грохота по транспортированию надрешетного материала.

Результаты расчетов для барабанных грохотов с параметрами: $R = 0.8$ м, $H = 40, 60, 80$ мм и $S = 56, 168$ мм представлены на рис. 2.

Зависимости имеют экстремумы и содержат 2 характерных участка.

Линейный участок характеризует каскадный режим работы грохота. При горизонтальном расположении барабана этот участок находится в пределах от 0 до 12 об/мин. С увеличением угла наклона границы этого участка смещаются в сторону уменьшения частоты вращения.

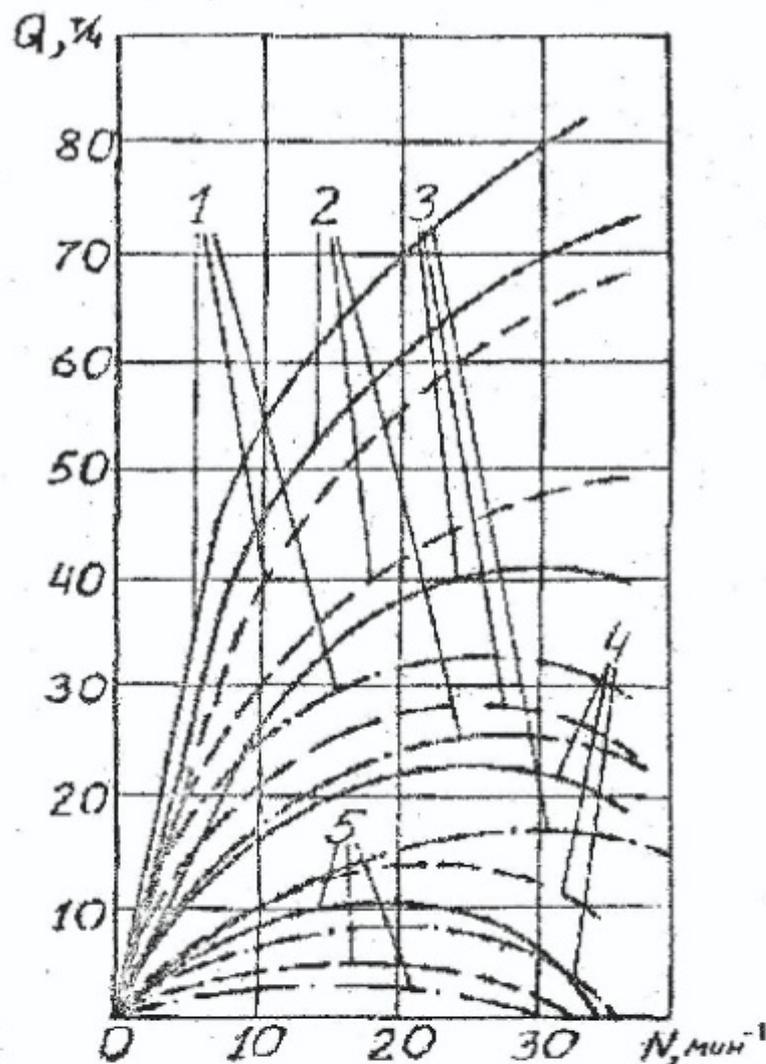


Рис. 2. Зависимость производительности транспортирования Q от частоты вращения барабана N :

————— высота спирали $H = 80$ мм, шаг $S = 168$ мм;

----- высота спирали $H = 60$ мм, шаг $S = 168$ мм;

..... высота спирали $H = 40$ мм, шаг $S = 56$ мм;

1 – угол наклона оси барабана $\alpha = 0^\circ$; 2 - $\alpha = 5^\circ$;

3 - $\alpha = 10^\circ$; 4 - $\alpha = 15^\circ$; 5 - $\alpha = 20^\circ$.

Смешанный режим характеризуется наличием экстремальной зоны которая находится в пределах от 12 до 42 об/мин. При частотах вращения более 42 об/мин происходит центрифугирование материала и процесс транспортирования прекращается.

Точки максимума с увеличением угла наклона смещается в сторону уменьшения частоты вращения барабана и производительности.

Анализ полученных результатов позволил выявить наиболее эффективную область режимов, в которой транспортирование происходит наиболее эффективно. В этом случае частота вращения барабана составляет от 10 до 18 об/мин, угол подъема грохота от 0 до 15 град.

Таким образом полученные данные помогут сузить область экспериментальных исследований транспортирующих возможностей грохота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Червоненко А.Г., Морус В.Л. Износостойкие динамически активные просеивающие поверхности из эластомеров для разделения сыпучих материалов и пульп / ИГТМ НАН Украины Днепропетровск, 1997.
2. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, грохочение, измельчение полезных ископаемых. - М.: Недра 1980.
3. Аккерман Ю.Э., Герман Б.Б., Казевальтер Б.В. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы. - М.: Недра 1982.
4. Левенсон Л.Б. Машины для обогащения. - Гостонтехиздат, 1940.

УДК 624.647.2

Р.В. Кирия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ УЗЛОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ, ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ НАСЫПНЫЕ ГРУЗЫ

Розглянуто питання пропускної здатності перевантажувальних вузлів стрічкового конвейера, що транспортують насипні вантажі. Побудовано математичну модель взаємодії насипного вантажу із стрічкою конвейера. При рішенні використані закони механіки суцільного середовища і насипного матеріалу. Отримані умови виникнення завалів у перевантажувальному вузлі. Показано вплив параметрів перевантажувального вузла та властивостей вантажу на його пропускну здатність. Лл. 1. Бібліогр.: 7 найм.