

капиллярах намного хуже, чем в капиллярах с меньшими радиусами, и они должны разрушаться при более низких уровнях внешних воздействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определение закономерностей опускания жидкости в поровых каналах влажной горной массы, лежащей на сетке / В. П. Надутый, В. И. Елисеев, В. И. Луценко, И. П. Хмеленко // Науковий вісник НГУ – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 2 – С. 71-74.

2. Разработка модели опускания жидкости в поровом канале переменного сечения при обезвоживании слоя горной массы / В. П. Надутый, В. И. Елисеев, В. И. Луценко, И. П. Хмеленко // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / ІГТМ НАН України. – Дніпропетровськ, 2010. – Вип. № 85. – С. 196-201.

3 Экспериментальные исследования и моделирование процесса обезвоживания горной массы на грохоте с подстигающей сеткой / В. П. Надутый, В. И. Елисеев, В. И. Луценко, И. П. Хмеленко // Вісник Націон. техніч. ун-ту “ХПІ”: зб. наук. праць / ХПІ. – Харків, 2009. – № 25 – С. 151-156.

УДК 622. 742:621. 926:621.3. 06

Канд. техн. наук А.И. Шевченко
(ІГТМ НАН України)

ВЛИЯНИЕ УДЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ, КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ ГРОХОЧЕНИИ

Выполнены экспериментальные исследования процесса обезвоживания материала крупностью +0-10,0 мм при различных режимах. Установлено влияние на влажность удельной нагрузки, жесткости упругих элементов и продолжительности обезвоживания.

INFLUENCE OF SPECIFIC LOADING, DESIGN AND REGIME DATA ON INTENSITY OF DEHYDRATION OF MINERAL RAW MATERIALS AT VIBRATING SCREENING

Pilot studies of process of dehydration of a material are executed by a size of particles of +0-10,0 mm at various modes. Influence on humidity of specific loading, rigidity of elastic elements and duration of dehydration is established.

Вибрационное грохочение широко применяется для обезвоживания минерального сырья. Эффективность и производительность этого процесса в существенной мере определяет качество и себестоимость конечной продукции, поэтому не случайно внимание многих исследователей направлено на его совершенствование. Интенсивность обезвоживания зависит от грансостава, формы частиц, физико-механических свойств сырья, конструктивных и динамических параметров грохота. Производительность грохотов составляет от сотен килограмм до тысячи тонн в час. Они отличаются по конструктивному исполнению и по особенностям вибровозбуждения [1]. Предусмотрено регулирование по амплитуде и частоте колебаний просеивающей поверхности. Все это связано с необходимостью обеспечения возможности выбора грохота для определенного вида сырья. Отсюда следует задача – выбор грохота для конкретных условий из номенклатуры существующих. Если они не удовлетворяют требованиям производства, то необходима разработка нового грохота.

При создании грохота, чтобы обеспечить заданные эффективность разделения конкретного сырья и производительность, необходимо знать, как они зави-

сят от амплитуды, частоты, размера живого сечения просеивающей поверхности. Ответить на этот вопрос можно, только изучив процесс грохочения. После этого реализация требуемых параметров вибровозбуждения достигается на основе расчетов динамики, прочности и жесткости грохота.

Несмотря на важность, наименее изучен сам процесс грохочения, что связано со сложностью его экспериментального изучения и математическими трудностями при моделировании. Поэтому задачи, направленные на дальнейшее исследование этого процесса, несомненно, актуальны.

Исходя из изложенного, сформулирована цель работы – экспериментальное изучение влияния удельной нагрузки, конструктивных и режимных параметров на интенсивность обезвоживания минерального сырья при вибрационном грохочении.

Обезвоживанию подвергаются разнообразные сыпучие материалы, крупность которых может составлять от десятков микрометров до сотен миллиметров. В зависимости от размера частиц и влажности доминирующую роль играют различные силы. При тонком и сверхтонком грохочении это силы поверхностного натяжения. Поэтому наиболее энергоемким является удаление капиллярно-стыковой воды (капиллярно-стыковых мостиков) [2]. Содержание капиллярно-стыковой воды в пористой среде в зависимости от вида укладки частиц колеблется от 18 % до 30 % (в среднем 24 %) от общего количества воды при полном насыщении среды [3]. Традиционные методы позволяют снизить влажность минерального сырья только до 18-20 %.

Для дальнейшего снижения влажности необходимо обеспечить разрыхление материала и разрыв капиллярных мостиков. Для этого применяют импульсное воздействие - виброудар. В Институте геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины (ИГТМ НАН Украины) предложено использовать режимы с "двойными ударами" [4], когда за период возбуждения просеивающей поверхности наносится два удара. Вначале наносится первый удар, который способствует отрыву сырья от просеивающей поверхности и его разрыхлению. Затем на этапе полета наносится второй удар, который сообщает дополнительное ускорение просеивающей поверхности, что обеспечивает ее очистку от застрявших в отверстиях частиц и разрыв менисков жидкости. Важно отметить, что при нанесении второго удара грохотимое сырье не препятствует удалению частиц и жидкости.

Для интенсификации разрыхления материала предложено воздействовать на него в локальных областях нормальными и сдвиговыми импульсами с помощью дезинтегрирующих элементов [5].

Экспериментами [5] установлено, что максимальное снижение влажности минерального сырья обеспечивается при импульсном воздействии с использованием "двойных ударов" и дезинтеграционных элементов в виде эллипсоида вращения (два слоя). Поэтому следующим этапом следует выяснить влияние конструктивных и режимных параметров на интенсивность обезвоживания.

Эксперименты проводились на модели вибрационного грохота [6,7], на которой монтировали просеивающую поверхность, состоявшую из сетки и сталь-

ных стержней. Под сеткой устанавливались стальные стержни, закрепленные на упругих прокладках, а под ними на упругих элементах - ударники. Эта конструкция позволяла гармоническое возбуждение короба преобразовывать в импульсное воздействие на просеивающую поверхность.

Эксперименты проводились на калибровочной стальной сетке с размером ячеек 0,12 мм и диаметром проволоки 0,1 мм.

Наиболее трудным при гармоническом вибровозбуждении просеивающей поверхности является уменьшение влажности материалов широкого спектра крупности, которые в ряде случаев вообще не обезвоживаются. Поэтому для испытаний в качестве материала для обезвоживания использовали модельную смесь (гранитный отсев – отходы добычи и переработки гранита) крупностью +0-10,0 мм с высоким содержанием глинистых частиц. Грансостав приведен на рис. 1. Во время экспериментов изучалось влияние удельной нагрузки по исходному питанию, которая составляла 6,25; 12,5 и 25 кг/м² при влажности исходного продукта 30 %.

В результате испытаний определялось количество воды, остающееся после вибрационного воздействия в надрешетном продукте.

Эксперименты выполнялись в такой последовательности:

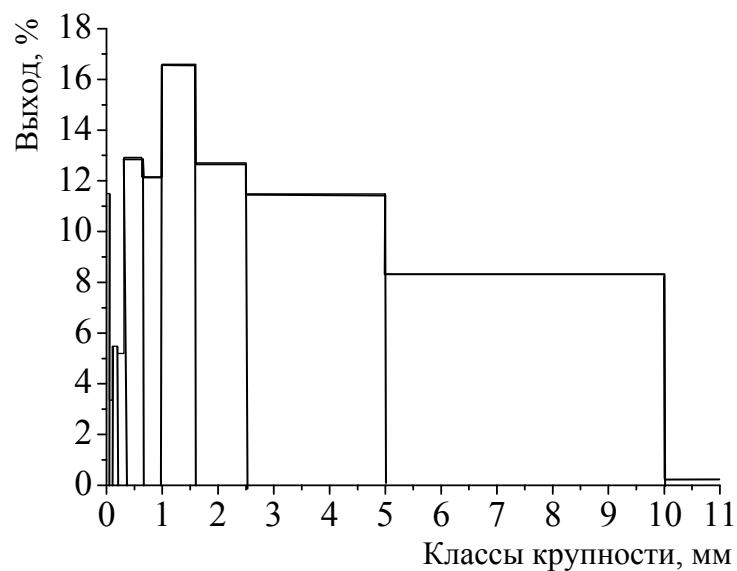
- монтировалась просеивающая поверхность с заданным размером отверстий;
- включался вибратор, и устанавливалась требуемая амплитуда и частота вибровозбуждения;
- на калибровочную сетку одновременно с материалом подавались дезинтегрирующие элементы;
- включался секундомер;
- через заданное время выключался вибратор;
- извлекались дезинтегрирующие элементы;
- извлекался и взвешивался надрешетный продукт;
- далее надрешетный продукт подвергался сушке и снова взвешивался.

Интенсивность обезвоживания характеризовалась относительным количеством воды, оставшейся в надрешетном продукте после вибрационного воздействия

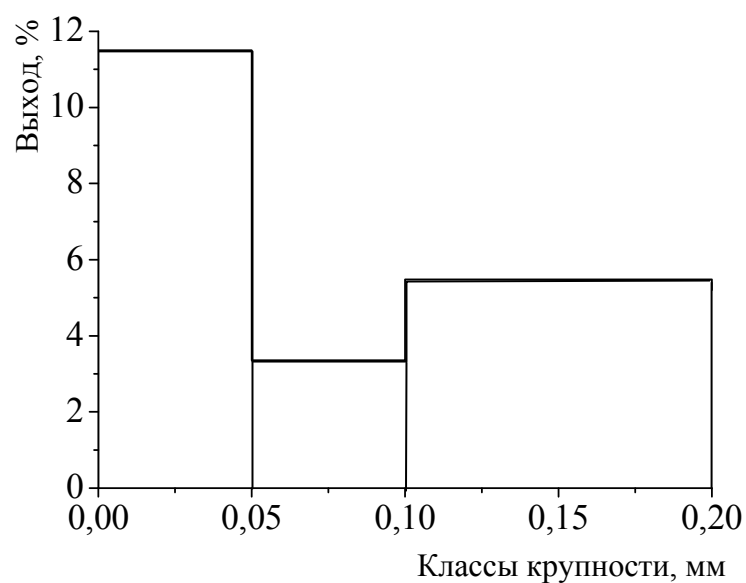
$$W = \frac{m_m - m_c}{m_c} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где m_m – масса мокрого материала;

m_c – масса сухого материала.



а)



б)

а) – интервал крупности от 0 до +10 мм, б) – интервал крупности от 0 до 0,2 мм

Рис. 1 – Грансостав материала

Данные исследований показаны в таблицах 1-2, где приведены средние значения по результатам пяти опытов при каждом режиме.

Изучение процесса обезвоживания материала крупностью +0–10,0 мм были выполнены при различных жесткостях упругих элементов, удельных нагрузках, режимах и продолжительности обезвоживания. Влажность исходного продукта составляла 30 %.

Таблица 1 – Исследования процесса обезвоживания материала крупностью +0-10,0 мм при различных режимах

Параметры ударников (ударник 1 / ударник 2)		Удельная нагрузка, кг/м ²	Частота, Гц,	Амплитуда, мм	Продолжительность обезвоживания, с	Влажность надрешетного продукта, %
Масса ударников, кг	Жесткость упругих элементов, кН/м					
0,331/0,331	1,97/1,09	12,50	20,0	9,0	45	12,79
					90	13,43
					180	8,58
	2,46/1,41	12,50	20,0	9,0	45	11,99
					45	14,74
					90	9,85
					90	13,89
					180	9,20
					180	12,73
					180	4,90
	3,29/1,98	12,50	20,0	4,0	45	13,45
	11,35/3,24	12,50	20,0	9,0	15	14,80
					45	11,40
					45	14,60
					45	15,50
					90	7,38
					90	15,60
					90	13,60
					135	12,90
					180	3,99
180					8,79	
180					13,60	
12,50					35,5	4,0
12,50	49,0	1,5	45	13,61		
12,50	35,5	4,0	180	10,81		
25,00	35,5	4,0	360	11,38		
12,50	49,0	1,5	180	11,27		
0,477/0,469	1,42/2,25	12,5	18	6	45	14,69
	1,89/1,12	6,25	18	6	45	13,17
		12,50			45	14,27
		25,00			45	14,52
		6,25			75	10,34
12,50	180	180	11,51			

Таблица 2 – Исследование влияния на влажность удельной нагрузки, жесткости упругих элементов и продолжительности обезвоживания

Частота, Гц	Амплитуда, мм	Удельная нагрузка, кг/м ²	Жесткость упругих элементов (в числителе жесткость ударника 1, в знаменателе – ударника 2), кН/м	Продолжительность обезвоживания, с	Влажность надрешетного продукта, %		
20	9	12,5	1,97/1,09	45	12,79		
			2,46/1,41		11,99		
			11,35/3,24		14,60		
		6,25	12,5	25	11,35/3,24	45	11,40
							14,60
							15,50
		12,5	12,5	11,35/3,24	11,35/3,24	45	14,60
						90	13,60
						135	12,90
				180	8,79		

Установлено (табл. 1–2), что при фиксированной удельной нагрузке, продолжительности обезвоживания и варьировании жесткости упругих элементов от 1 до 11 кН/м изменение влажности составляет от 12 % до 17 %. При фиксированной жесткости, продолжительности обезвоживания и варьировании нагрузки от 6,25 кг/м² до 25 кг/м² показатели влажности изменяются от 5 % до 26 %. При фиксированных удельной нагрузке, жесткости упругих элементов и варьировании продолжительности обезвоживания изменение влажности составляет от 6 % до 40 %.

Как видно из табл. 2, увеличение частоты до 20 Гц и амплитуды до 9 мм при фиксированных удельной нагрузке, жесткости упругих элементов и продолжительности обезвоживания позволило снизить влажность продукта с 30 % до 8–10 %.

Таким образом, установлено, что наибольшее влияние на показатели влажности оказывают параметры вибровозбуждения частота и амплитуда.

Результаты, приведенные в работе, получены впервые. Они будут использованы для разработки методики определения конструктивных и динамических параметров грохота, обеспечивающего повышение эффективности обезвоживания и классификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надутый, В.П. Вибрационное грохочение горной массы повышенной влажности / В.П. Надутый, В.В.Калиниченко // Монография. – Днепропетровск, НГУ. – 2004. – 135 с.
2. Meinel, A. Zu den Grundlagen der Klassierung sieschwieriger Materialien / A. Meinel // Aufbereitungs-Technik. – 1999. – N 7. – S. 313–3271.
3. Бейлин, М.И. Теоретические основы процессов обезвоживания углей / М.И. Бейлин. – М.: Недра, 1969. – 240 с.
4. Надутый, В.П. Математическое моделирование грохота с ударным возбуждением просеивающей поверхности / В.П. Надутый, Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко // "Автоматизация виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні" Українська міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: Львівська політехніка, 2011. – Вип. 45. – С. 320–324.
5. Лапшин Е.С. Пути интенсификации обезвоживания минерального сырья на вибрационных грохотах / Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко // Науково-технічний збірник НГУ "Збагачення корисних копалин". – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 47(88). – С. 144–151.

6. Надутый, В.П. Повышение эффективности удаления влаги при тонком грохочении горной массы за счет импульсного воздействия / В.П. Надутый, Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко, А.В. Буров // Науковий вісник: Наук.-техн. журнал / Національний гірничий університет України. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 2(122). – С. 95–99.

7. Экспериментальные исследования вибрационного воздействия на отделение жидкости при грохочении материала / Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко, Л.Н. Прокопишин, А.В. Буров // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2011. – № 3. – С. 71–74.

УДК 622.74: 621.928.235

Аспирант В.П. Левченко
(ИГТМ НАН Украины)

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОТА КАК КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЛИЯНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ФАКТОРОВ В ЗАДАННЫХ УСЛОВИЯХ

У статті представлені результати експериментальних досліджень залежності продуктивності вертикального вібраційного грохоту від комплексного впливу регульованих факторів при заданих умовах. Отримані дані послужать у визначення раціональних параметрів і розробки математичної моделі грохоту, що дозволяють адоптувати роботу машини до різноманітних умов експлуатації.

PRODUCTIVITY OF A VERTICAL VIBRATING SCREEN AS A COMPLEX INDICATOR OF INFLUENCE RESULTS OF ADJUSTABLE FACTORS IN THE SET CONDITIONS

In article results of experimental researches of dependence of productivity of a vertical vibrating screen from complex influence of adjustable factors are presented under the set conditions. The obtained data will serve in definitions of rational parameters and developed of the machine mathematical model, allowing to adapt screen for various conditions of operation.

Введение. Совершенствование современной техники и технологий процессов разделения полезных ископаемых по крупности, особенно в операциях тонкого и особо тонкого грохочения, непосредственно связаны с повышением технологических показателей, снижением металло- и энергоемкости оборудования, а также низкими эксплуатационными затратами. Кроме этого, в связи с повышенным вниманием к переработке техногенных отходов – шламов, хвостохранилищ и терриконов, данная задача становится все более актуальной.

Исследования, выполненные в этой области сотрудниками ИГТМ НАН Украины, позволили реализовать наиболее эффективные решения данной задачи в конструкции вертикального вибрационного грохота (ВВГ) [1]. Это в первую очередь большая площадь просеивающей поверхности грохота, в виде рам (0,8*0,5 м) с резонирующим ленточно-струнным ситом (РЛСС), – 3,2 м² при малых габаритных размерах машины 1,4*1,4*1,9 м и массе 1,3 т. Во вторых, за счет реализуемого вибровозбудителями пространственных поличастотных колебаний рабочего органа наряду с его динамической активностью, мощность вибропривода составляет 0,74 кВт, что на порядок меньше, чем у аналогичных по колеблющейся массе грохотов, серийно выпускаемых, как в Украине, так и за рубежом. В-третьих, высокие эксплуатационные показатели РЛСС и их способность самоочищаться.