

зоні, зниження небезпечної дії і шкідливого впливу на людину виробничих чинників.

Висновки. Підводячи підсумок, можна позначити наступний круг завдань і функцій менеджменту підприємств: розробка і реалізація політики; організаційний розвиток системи; навчання, формування ідеології і дослідження ефективних форм мотивування персоналу; діагностика (аналіз і оцінка) функціонування системи управління; організація системи безперервного контролю не лише за діями безпосередніх виконавців, але і за функціонуванням самої системи охорони праці; інженерне, конструктивне, технологічне вдосконалення технічних і технологічних систем.

Список літератури

1. Данюк В.М. Організація праці менеджера / Данюк В.М. – К. : КНЕУ, 2006. – 267 с.
2. Колесник В.В. Социально-экономические аспекты организации и нормирования управленческого труда / В.В. Колесник, Н.Н. Сердюк // Социально-эконом. аспекты промышл. политики: зб. наукових праць. Управление человеческими ресурсами: государство, регион, предприятие. – Донецк, 2006. Т. 3. – С. 211-218.
3. Петрова І.Л. Управління персоналом у процесі організаційних перетворень / І.Л. Петрова // Формування ринкової економіки: Зб. наук. праць. Управління людськими ресурсами: проблеми теорії та практики. Т.1., Ч.1. – К.: КНЕУ, 2007. – С. 646-655.

Рукопис подано до редакції 22.04.12

УДК [622.74:621.926.086: 532.5].001.5

П.Е. ФИЛИМОНОВ, канд. техн. наук, ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»
В.Л. МОРУС, канд. техн. наук, ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТОНКОГО ГРОХОЧЕНИЯ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ НАДРЕШЕТНЫХ ФРАКЦИЙ

Проведены исследования процессов тонкого грохочения с пространственным и гидродинамическим перемещением надрешетных фракций. Обоснована целесообразность применения просеивающих поверхностей из износостойких эластомеров, обеспечивающих высокую эффективность грохочения при классификации тонкодисперсных пульп.

Постановка проблемы. Добыча и переработка руд черных и цветных металлов, нерудных материалов, угля и горно-химического сырья были и остаются основой промышленного потенциала Украины. Практически весь объем добытых минеральных и техногенных материалов (свыше одного млрд т в год) подвергается переработке на кондиционные по крупности сорта или рудоподготовке с целью раскрытия минералов с помощью дробления, измельчения и классификации перед обогащением. Если учесть, что эти процессы являются наиболее капиталоемкими (45-55 % капитальных затрат), энергоемкими (удельный расход электроэнергии от 15 до 40 кВт ч/т), материалоемкими (расход стали от 1 до 3 кг/т) и трудоемкими (до 50 % эксплуатационных расходов от всего цикла обогащения), то закономерен вывод о том, что развитие и совершенствование техники и технологии переработки минерального и техногенного сырья, в том числе классификации по крупности, является одной из центральных проблем горного производства. Вместе с тем научная база проектирования оптимальных процессов и машин для классификации остается пока на сравнительно низком уровне. Эвристика и эмпирический подход являются основным методом решения задач создания новой техники и технологии классификации, сдерживая переход на уровень научного осмысления протекающих физических процессов и создания современных методов автоматизированного проектирования [1-3].

Интенсификация процессов мелкого и тонкого грохочения по крупности связана в первую очередь с созданием эффективных просеивающих поверхностей, обеспечивающих высокие технологические показатели разделения материалов при достаточном сроке службы самих поверхностей. Этим требованиям удовлетворяют созданные в последние годы в ИГТМ НАН Украины динамически активные ленточные сита (СДАЛ), изготавливаемые из эластомеров и обладающие в сравнении с существующими конструкциями повышенной износостойкостью и самоочисткой от застрявших «трубных зерен». Последнее свойство является следствием повышенной подвижности элементов гибкой просеивающей поверхности.

Анализ исследований и публикаций. Выполнены в ИГТМ НАН Украины исследования показателей грохочения по крупности 1,2 мм на аппаратах с циркуляционным перемещением надрешетной фракции [4,5]. Определены рациональные геометрические параметры сечения камеры рабочего органа аппарата с циркуляционными виброперемещением надрешетной фракции, способствующие возникновению максимальной скорости циркуляции частиц дисперсного материала различной крупности. Ими установлено, что для условий грохочения дисперсных сред по крупности 1,2 мм рациональные значения параметров камеры составляют: высота камеры 100-150 мм, ширина 30 мм и угол наклона 62°. Эти данные легли в основу разработанной и изготовленной модели рабочего органа аппарата стесненно-циркуляционного грохочения.

Постановка задачи. Проведение исследований процессов тонкого грохочения с пространственным и гидродинамическим перемещением надрешетных фракций и обоснование целесообразности применения просеивающих поверхностей из износостойких эластомеров обеспечивающих высокую эффективность грохочения при классификации тонкодисперсных пульп, гранулометрический состав которых характеризуется преимущественным наличием трудногрохотимых классов.

Изложение материалов и результаты. Эксперименты проводились на лабораторном стенде с замкнутым циклом питания пульпообразным материалом по стандартной методике в условиях, максимально усложняющих протекание процесса по параметрам гранулометрического состава исходного питания. На всех этапах использовался постоянно поддерживаемый состав твердой фазы пульпы, представленный на рис. 1 суммарной характеристикой крупности.

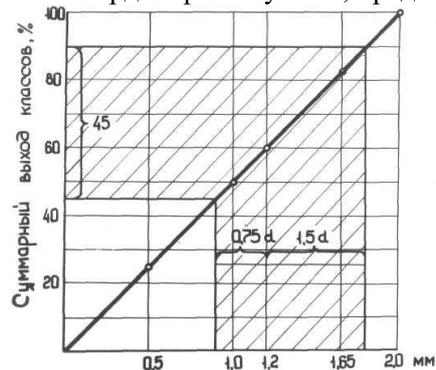


Рис. 1. Суммарная характеристика крупности твердой фазы исходного питания

Исследования проводились на основе методов теории планирования экспериментов с целью определения области рациональных режимных и геометрических параметров рабочего органа аппарата стесненно-циркуляционного грохочения (СЦГ). В качестве постоянных входящих факторов были выбраны высота камеры $L=100$ мм и угол наклона камеры $\alpha=62^\circ$. Варьировались следующие входящие факторы: ширина камеры X_1 , угол вибрации β , амплитуда блуждающих колебаний A . Во всей серии опытов исследования проводились при фиксированной частоте вращения валов дебалансов вибровозбудителя, равной 850 об/мин. Нулевой, нижний и верхний уровни варьирования и интервал варьирования представлены в матрице полного факторного эксперимента (табл. 1).

В качестве функции отклика принимались значения "замельченности" надрешетного продукта частицами, крупность которых меньше граничного класса разделения.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

Код	Входные факторы		
	X_1	X_2	X_3
0	35	70	8
	15	10	2
-	20	60	6
+	5	80	10

X_0	Планирование			Значение входных факторов			Функция отклика					
	X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	\bar{V}
+		+	+	5	80	1	43,2	42,8	42,6	43,1	42,9	42,92
+		+	+	2	80	8	19,4	19,2	19,2	19,3	19,2	19,26
+		-	+	5	60	10	44,3	44,7	44,5	44,5	44,4	44,46
+		-	+	20	60	10	27,6	27,8	27,7	37,6	27,9	27,74
+		+	-	40	80	6	48,7	48,5	48,5	48,6	48,4	48,55
+		+	-	20	80	6	31,7	29,8	31,1	27,9	30,8	30,26
+		-	-	50	80	6	48,9	49,1	48,6	84,4	48,8	48,76
+		-	-	20	60	6	28,3	28,3	28,9	29,4	27,9	28,54
+		0	0	35	70	8	21,8	22,3	21,9	22,1	22,0	22,02

Расчет матрицы планирования эксперимента и анализ полученных результатов позволили определить область рациональных значений геометрических и режимных параметров модели рабочего органа аппарата СЦГ. Она ограничена следующими значениями входящих факторов:

угол наклона камеры α , град	- 62;
амплитуда вынуждающих колебаний A , мм	- 8;
угол вибраций β , град	- 85-90;
ширина камеры, мм	- 25-30.

Технологические показатели грохочения, достигаемые при этих параметрах, позволяют сделать вывод с несомненной перспективности аппаратов, реализующих принцип циркуляционного виброперемещения надрешетной фракции. При ширине камеры до 30 мм, соответствующей удельной производительности $4,5 \text{ т/(ч м}^2\text{)}$, значения эффективности грохочения достигают 85-90 % что в 1,5 раза выше, чем у известных и применяемых в настоящее время грохотов тонкой классификации.

Проведены лабораторные исследования процесса тонкого грохочения на ситах СДАЛ на стационарных аппаратах с гидродинамическим перемещением надрешетной фракции.

Практика эксплуатации стационарных аппаратов с гидродинамическим перемещением надрешетной фракции, к которым относятся дуговые грохоты для тонкой классификации рудных пульп, в настоящее время основывается на применении в качестве их рабочих поверхностей дугообразных колосниковых решет с поперечным по отношению к потоку расположением колосников. Низкий срок службы, высокая стоимость колосников, изготавливаемых из износостойких нержавеющей сталей, а также высокая их забиваемость ограничивают широкое применение дуговых грохотов в технологических линиях рудоподготовки.

Целью лабораторных исследований на данном этапе являлось определение области применения разработанных просеивающих поверхностей из износостойких эластомеров на основе кольцевых элементов типа СДАЛ для тонкой классификации, степени влияния геометрических и режимных параметров на технологические показатели процесса разделения.

Исследования проводились на специально разработанном стенде, обеспечивающем возможность испытаний полноразмерных образцов дуговых грохотов, оснащенных просеивающими поверхностями типа СДАЛ.

Стенд обеспечивал непрерывное питание исходной пульпой испытуемых устройств по замкнутому циклу с регулировкой производительности и интенсивности подачи ополаскивающей воды.

Основные технические показатели стенда:

производительность замкнутого цикла питания пульпой, $\text{м}^3/\text{ч}$	- 50-100 %;
максимальное соотношение твердой и жидкой фаз в пульпе, (Т:Ж)	- 2:1;
напор в системе питания испытуемых устройств, МПа	- 1,5;
максимальный размер транспортируемых частиц пульпы, мм	- 25;
максимальные размеры испытуемого устройства, мм:	

длина	- 3360;
ширина	- 1960;
высота	- 2800.

Схема стенда с испытуемым устройством приведена на рис. 2.

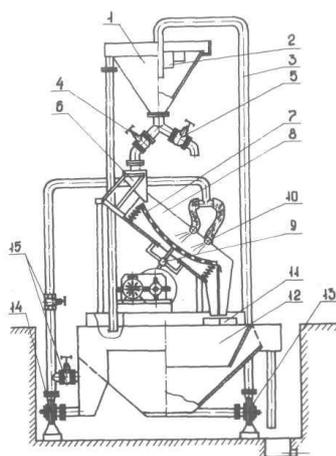


Рис. 2. Схема стенда исследований тонкослоевого гидрогрохочения: 1 - верхний бачок; 2 - успокоитель; 3 - труба походного питания; 4 - задвижка питания; 5 - задвижка отбора проб исходного материала; 6 - питатель; 7 - просеивающая поверхность; 8 - модель грохота; 9 - механизм встряхивания; 10 - трубчатые брызгала; 11 - пробоотборники; 12 - нижний бачок; 13 - насос питания; 14 - насос ополаскивания; 15 - задвижки регулирования интенсивности ополаскивания

Просеивающая поверхность грохота сформирована кольцевыми элементами с прямоугольными ячейками размером $1,25 \times 7$ мм, ориентированными по аналогии с колосниковыми решетками и шпальтовыми ситами поперек потока пульпы. Основные параметры модели:

Размеры просеивающей поверхности, мм	
ширина - 920;	длина (по дуге) - 1200;
Площадь просеивания, м^2 - 0,8;	Радиус кривизны, мм - 2500;
Центральный угол, град - 90;	Габаритные размеры, м - $1,7 \times 2,2 \times 1,6$.

В качестве твердой фазы разделяемого материала во всех опытах использовался отсев гранитного щебня. Гранулометрический состав задавался смешиванием предварительно отсеянных классов, содержание которых в исходном материале представлено в табл. 2.

Таблица 2

Гранулометрический состав отсеянных классов в исходном материале

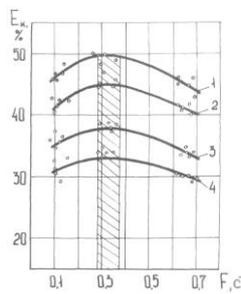
Класс, мм	-2-1,65	-1,65-1,2	-1,2-1	-1-0,5	-0,5-0
Содержание, %	17,5	22,5	10	25	25

Для контроля и поддержания постоянного гранулометрического состава перед каждой серией опытов проводились отборы проб исходного питания. Пробы отбирались коробчатыми пробоотборниками, время отбора проб контролировалось электронным частотомером ЧЗ-32. Рассев проб осуществлялся на эталонных ситах, соответствующих классам крупности, с последующей сушкой и взвешиванием на настольных весах РН-10Ц.

Испытания проводились в два этапа. На первом этапе определялось влияние частоты встряхивания просеивающей поверхности на технологические показатели при постоянном значении величины исходного питания.

Анализ результатов представлен на рис. 3 зависимостью эффективности грохочения от частоты встряхивания сита. Кривые наглядно показывают, что максимальные значения эффективности грохочения соответствующие заданным значениям удельных производительностей 10, 20, 30 и 40 т/ч м², достигаются при величинах частот встряхивания сита, лежащих в интервале 0,28-0,36 (с⁻¹). Вне этого интервала частот происходит снижение качественных показателей классификации.

Рис. 3. Зависимость эффективности грохочения от частоты встряхивания, удельная производительность: 1 - 10 т/ч м²; 2 - 20 т/ч м²; 3 - 30 т/ч м²; 4 - 40 т/ч м²



Следует отметить, что во всех опытах не наблюдалось свойственное всем дуговым грохотам вследствие высоких скоростей движения пульпы уменьшение эффективной ширины щели по сравнению с номинальной. При этом значения "засорения" надрешетного продукта частицами большей крупности не превышали 2 %. Визуальные наблюдения позволили установить, что "засорение" происходит в местах стыка соседних элементов по боковой поверхности. После установки двух промежуточных опор, увеличивших несущую способность сита, значения засорения не превышали 0,5 % во всех опытах.

Второй этап исследований имел целью определение влияния производительности исходного питания на технологические показатели. Частота встряхивания сита F при этом устанавливалась равной 0,33 с⁻¹, соответствующей максимально достигаемым значениям эффективности грохочения, определенной на первом этапе исследований. Результаты экспериментов представлены ситовым составом продуктов разделения (табл. 3).

Таблица 3

Гранулометрический состав надрешетного продукта ($F = 0,33$ с⁻¹)

t , с	P , кг	Содержание класса, %					Q , т/ч	q , т/(ч м ²)	V , %	E , %
		2-1,65	1,65-1,2	1,2-1,0	1,0-0,5	0,5-0				
2,6	4,25	25,7	34,2	12,5	21,4	6,2	8,4	10,5	4,1	52,3
2,8	4,39	27,4	34,3	10,2	22,5	5,6	9,9	12,4	38,3	55,6
2,4	3,95	23,2	37,3	15,1	20,7	3,7	8,7	1,9	39,5	53,3
1,2	3,75	29,6	27,9	15,1	21,6	5,3	15,7	19,6	42,5	47,1
1,5	4,9	20,4	36,4	15,6	21,3	6,3	16,3	20,4	43,2	45,6
1,4	4,23	25,6	30,8	15,6	22,6	5,8	14,9	18,6	43,6	44,7
1,2	5,7	27,7	26,3	12,6	26,99	6,5	22,5	28,1	46,0	39,0
1,0	5,27	25,3	28,1	18,0	21,9	6,7	24,6	30,8	46,6	37,6
1,1	5,48	26,7	28,0	15,4	22,7	7,2	23,8	29,7	45,3	40,8
1,2	8,38	19,8	32,0		29,4	7,6	31,6	39,5	48,2	33,4
1,3	10,6	29,5	20,5	17,3	25,6	7,1	33,8	42,2	50,0	29,8
1,1	7,85	25,7	26,8	10,0	29,2	9,3	32,1	40,1	48,5	32,6

Анализ полученных результатов позволил определить технологические показатели процесса тонкого грохочения на ситах СДАЛ в интервале удельных производительностей 10-40 т/ч м². При нагрузках 10 т/ч м² уровень «замельченности» надрешетного продукта не превышает 40 %,»

что соответствует эффективности грохочения 55 %. С увеличением нагрузок исходного питания наблюдается снижение технологических показателей. При удельной производительности $q=40$ т/ч м² «замельченность» достигает 48-50 % эффективность грохочения - 35 %.

В целом, по результатам исследований можно сделать следующие основные **выводы**:

1. При классификации тонкодисперсных пульп, гранулометрический состав которых характеризуется преимущественным наличием трудногрохотимых классов, применение просеивающих поверхностей из износостойких эластомеров обеспечивает эффективность грохочения по классу 1,25 мм не менее 55 % при удельных нагрузках до 12 т/ч м².

2. Применение в качестве просеивающих поверхностей сит СДАЛ тонкой классификации снижает эффект уменьшения ширины просеивающей ячейки по сравнению с номиналом, свойственный колосниковым и шпальтовым ситам в 1,5-2 раза, при этом уровень «засорения» под решетного продукта частицами большей крупности не превышает 0,5-1 %.

3. Ударно-импульсная система очистки сита при частоте встряхивания $F=0,33$ с⁻¹ обеспечивает полную очистку ячеек сит СДАЛ от заклинивших в них частиц.

Список литературы

1. Степаненко А.И. Современное оборудование дезинтеграции / Степаненко А.И. // - Новосибирск: <http://gmexp.ru/about/>.

2. Высотин А.В. Обогащение стекольных песков / Высотин А.В., Степаненко А.И. // - Новосибирск: <http://gmexp.ru/about/>.

3. Пятаков Вл. Г. Скрубберный агрегат облегченной конструкции / Пятаков Вл. Г., Пятаков Вик. Г. // Горный журнал. – 2006. - №2.

4. Червоненко А.Г. Износостойкие динамически активные просеивающие поверхности из эластомеров для разделения сыпучих материалов и пульп / Червоненко А.Г., Морус В.Л. // Труды II Международного симпозиума по механике эластомеров, июнь, 1997, г. Днепропетровск. - 1997. - Т1. - С. 296-309.

5. Морус В.Л. Новые износостойкие резиновые рабочие поверхности для грохотов барабанного типа, закономерности перемещения материала внутри цилиндров с многозаходной транспортирующей спиралью / Морус В.Л., Никутов А.В. // Геотехническая механика. – Днепропетровск. - 1998. – Вып. 7. - С. 125-132.

Рукопис подано до редакції 22.04.12

УДК 658.26: 37.0

О.М. ГОЛИШЕВ, д-р техн. наук, проф., А.О. ГОЛИШЕВ, Д.В. МИХАЛКІВ, старші викладачі, П.С. КІРІЧЕНКО, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Наведено результати поглибленого енергоаудиту одного з навчальних корпусів ДВНЗ «КНУ» та запропоновані заходи щодо підвищення енергоефективності будівель навчальних закладів.

Підвищення енергоефективності будівель забезпечує значне зменшення обсягу споживання енергетичних ресурсів при незмінному та стійкому дотриманні нормативного рівня комфортності в їх приміщеннях.

Споживачами енергетичних ресурсів в громадських будівлях є інженерні мережі, які потребують теплову енергію - системи опалення, вентиляції, теплопостачання та електричну енергію - системи електропостачання, освітлення.

Найбільш дорогим та досить важко контрольованим у споживанні енергоресурсом сьогодні є теплова енергія, що отримується кількома основними способами: спалюванням органічного палива, прямим перетворенням електричної енергії на теплову або використанням теплових насосів. Яким би способом не була отримана теплова енергія, основною величиною, що впливає на капітальні та експлуатаційні витрати, є розрахункова теплова потужність систем, що споживають теплову енергію. Відповідно, чим менше в проекті закладено енергоефективних рішень з інженерних мереж, тим більше встановлена потужність та експлуатаційні витрати системи теплопостачання.

Отже, основним шляхом зменшення споживання теплової енергії є встановлення мінімально можливого розрахункового теплоспоживання при забезпеченні необхідних умов мікроклімату, а також автоматичний контроль за недопущенням зміни температурних параметрів в об-