

УДК 622.7(84).2

**А.О.РОМАШЕВ**, аспирант, (812) 328-82-85

**В.Б.КУСКОВ**, канд. техн. наук, доцент, *opikvb@mail.ru*, (812) 328-82-85

**В.В.ЛЬВОВ**, канд.техн.наук, доцент, (812) 328-82-85

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург*

**A.O.ROMASHEV**, post-graduate student, (812) 328-82-85

**V.B.KUSKOV**, PhD in eng. sc., associate professor, e-mail: *opikvb@mail.ru*

**V.V.LVOV**, PhD in eng. sc., associate professor, (812) 328-82-85

*National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg*

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СЕПАРАЦИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИБРАЦИОННОЙ СЕГРЕГАЦИИ

Рассмотрена возможность использования вибрационной сегрегации при интенсификации разделения полезных ископаемых, а также эффективность сегрегации при разделении углей на концентрационных столах и для сухой бесситовой классификации сыпучих материалов.

**Ключевые слова:** сегрегация, обогащение углей, классификация, концентрационный стол, бесситовая классификация.

## THE INTENSIFICATION OF THE SEPARATION OF MINERALS USING VIBRATIONAL SEGREGATION

The possibility of using the vibrating segregation in the intensification of separation minerals. The possibility of the use segregation in the separation coal on the concentration tables. Also shows the effective use of segregation for dry non screen classification of loose materials.

**Key words:** segregation, coal preparation, classification, concentration table, non screen classification.

Как известно, разделение частиц при гравитационных процессах может быть гидравлическим (частицы разделены прослойкой воды) и сегрегационным (частицы касаются друг друга). Для одних гравитационных процессов основное значение имеет гидравлическое разделение (например, гидравлическая классификация); для других – сегрегация (обогащение на концентрационных столах, желобах и др.). Для отсадки одинаковое значение имеют оба вида разделения [3].

При сегрегационном разделении частиц при их соприкосновении и под влиянием возмущающих сил переменного направления силы взаимодействия между частицами пре-

обладают над гидродинамическими. При сегрегации частиц одинаковой плотности мелкие частицы располагаются ниже крупных; при сегрегации частиц различной плотности в нижнем слое располагаются мелкие тяжелые частицы, над ними – слой крупных тяжелых частиц с мелкими легкими, в верхнем слое – крупные легкие частицы.

Процесс разделения на концентрационных столах сводится к сегрегации в межрифлевом пространстве, транспортировке частиц в продольном направлении под влиянием асимметричных движений деки, в поперечном – под действием потоков воды. При этом на результаты разделения влияет и плотность, и крупность, и форма частиц.

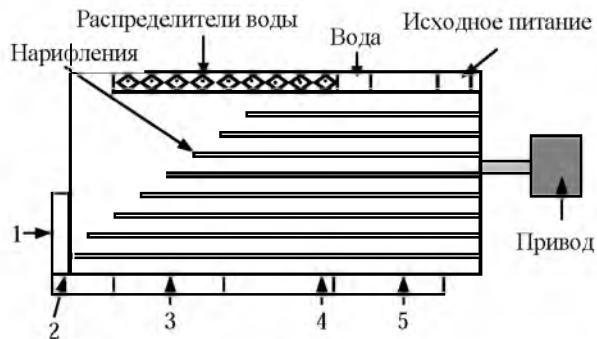


Рис.1. Схема разделения на концентрационном столе

Сегрегацию на концентрационных столах можно использовать для разделения полезных ископаемых. Например, для угольных шламов часто наблюдается следующее: содержание золы в классе – 0,5 (1) + 0,05 мм составляет 5-10 %, а в классе – 0,05 мм – 20-40 % в основном из-за наличия в классе – 0,05 мм глинистых минералов.

Угольные шламы Печерского месторождения разделялись на концентрационном столе с получением пяти продуктов: 1 – мелкие частицы большой плотности; 2 – крупные частицы большой плотности; 3 – мелкие частицы малой плотности; 4 – крупные частицы малой плотности; 5 – шламы (рис.1). Результаты обогащения приведены в таблице.

Зависимость зольности концентратов, получаемого на столе, от его выхода следующая:

Продукты, входящие в концентрат	Выход концентрата, %	Зольность концентрата, %
3, 4	48,1	7,93
2, 3, 4	71,8	10,86
2, 3, 4, 5	76,7	10,91
Исходные шламы	–	19,27

Очевидно, что можно «плавно» менять выход концентрата и, соответственно, его зольность.

Таким образом, после обогащения на столе можно получить из фактически неиспользуемых в настоящее время угольных шламов (которых за годы эксплуатации обогатительных фабрик накопилось огромное количество) сравнительно низкозольные концентраты. Эти концентраты можно использовать, например, для изготовления топливных брикетов.

Кроме того, сегрегацию можно применять для разделения материалов по крупно-

сти. Классификация сыпучих материалов с использованием просеивающих поверхностей (грохочение) при обработке мелкого влажного материала затруднена из-за забиваемости отверстий сит. Интенсификации процесса способствуют устройства, использующие вибрационную сегрегацию [1].

Вибрационная сегрегация – эффект расслоения сыпучего материала по крупности, плотности или форме под действием определенной вибрации небольшой интенсивности.

Идея использования эффекта сегрегации для классификации сыпучего материала при его перемещении по вибрирующей плоскости лишь начинает развиваться. Известно, что в этом направлении ведутся работы и за рубежом, например в Германии, хотя соответствующие публикации отсутствуют [2].

В настоящее время модель классификатора, работающего по описанному выше принципу, имеется в ОАО «НПК Механобр-техника». Устройство (рис.2) имеет загрузочный бункер 5 и прямоугольный лоток 2, закрепленный на вибрационном стенде 1 в горизонтальном положении. Поступательные прямолинейные колебания сообщаются в лоток.

Разгрузочная часть устройства выполнена в виде каскада ступенчатых щелевидных отверстий. В данной модели горизонтальная пластина размещается на некотором расстоянии ниже торца лотка с образованием между кромками лотка и пластины в горизонтальной плоскости ступенчатого зазора (щели). Крупный материал, сконцентрированный в верхней части слоя, падает на вибрирующую пластину, продолжает по ней движение в продольном направлении и собирается в емкость 4. Мелкий

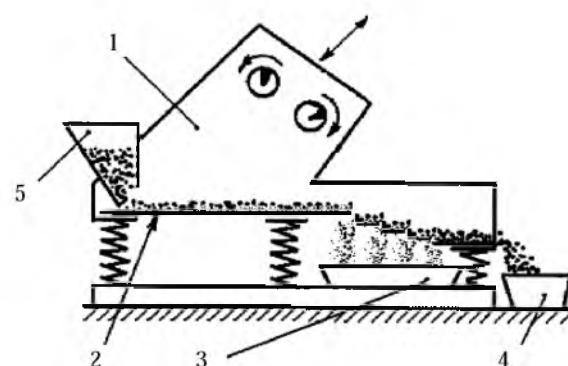


Рис.2 Лабораторная модель сегрегационного классификатора

**Результаты обогащения угольных шламов Печерского месторождения**

Крупность класса, мм	Выход класса, %	Зольность, %	Суммарный выход по «+»		Выход продукта, %
			Крупность класса, мкм	Выход, %	
<i>Продукт 1</i>					
0,8	0	—	800	0	
– 0,3	0,3	6,83	500	0,3	
– 0,3	6,1	12,42	200	6,4	
– 0,129	12,9	15,72	71	19,3	
– 0,021	31,2	48,41	50	50,5	
– 0,05	49,5	58,32	0	100	
Итого:	100	46,78			23,3
<i>Продукт 2</i>					
0,8	1,3	4,65	800	1,3	
– 0,3	4,5	4,68	500	5,8	
– 0,3	8,4	8,74	200	14,2	
– 0,129	32,1	11,54	71	46,3	
– 0,021	26,3	12,27	50	72,6	
– 0,05	27,4	32,58	0	100	
Итого:	100	16,8			23,7
<i>Продукт 3</i>					
0,8	1,6	4,12	800	1,6	
– 0,3	24,7	4,54	500	26,3	
– 0,3	23,6	6,1	200	49,9	
– 0,129	21,5	6,24	71	71,4	
– 0,021	17,4	9,53	50	88,8	
– 0,05	11,2	23,73	0	100	
Итого:	100	8,22			24,6
<i>Продукт 4</i>					
0,8	0,7	3,88	800	0,7	
– 0,3	21,1	4,15	500	21,8	
– 0,3	25,8	6,07	200	47,6	
– 0,129	24,4	5,9	71	72	
– 0,021	18,7	9,32	50	90,7	
– 0,05	9,3	21,46	0	100	
Итого:	100	7,62			23,5
<i>Продукт 5</i>					
0,8	0	—	800	0	
– 0,3	0	—	500	0	
– 0,3	0,4	4,84	200	0,4	
– 0,129	7,9	7,54	71	8,3	
– 0,021	15,7	8,35	50	24	
– 0,05	76	12,93	0	100	
Итого:	100	11,75			4,9
Итого исходных шламов:					100

материал, движущийся по дну лотка, просыпается в щель и разгружается в лоток для мелкого материала 3.

Приведем сравнительные данные по грохочению отсевов дробления с Семиозерского карьерауправления:

Параметры	Грохот ГИЛ-051	Вибрационный классификатор
Производительность, кг/ч	2571	109
Выход нижних продуктов, %	3,34	12,33
Эффективность грохочения по классу крупности, %	32,06	64,33

По результатам испытаний отчетливо видно, что эффективность грохочения на вибрационном классификаторе существенно выше, чем на стандартном грохоте ГИЛ-051, применяемом на производстве. В дальнейшем, увеличивая ширину лотка (на лабораторной установке она составляла 60 мм) или число лотков, можно добиться необходимой производительности

Вибрационный классификатор бесситовый, и поэтому позволяет решать сложные технологические задачи в отличие от обычных грохотов. Как правило, просеивающие поверхности таких грохотов, особенно грохотов тонкого грохочения, подвержены интенсивному износу и со временем могут забиваться. Кроме того, такое устройство обладает более продолжительным сроком эксплуатации.

Сегрегация оказывает положительное влияние на процессы, при обогащении полезных ископаемых повышает их эффективность. Это позволяет вовлечь в переработку

ранее неиспользуемые материалы: отсевы щебня или угольные шламы, тем самым увеличивая комплексность использования полезных ископаемых.

Работа проводилась в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 89989 РФ. Вибрационный классификатор / В.А. Арсентьев, И.И. Блехман, Л.А. Вайсберг и др. Опубл. 27.12.2009. Бюл. № 36.

2. Классификация сыпучего материала в условиях вибрационной сегрегации: устройство, моделирование, эксперимент / В.А. Арсентьев, И.И. Блехман, Л.И. Блехман и др. // Обогащение руд. 2010. № 5.

3. Кизевальтер Б.В. Теоретические основы гравитационных процессов обогащения. М., 1979.

## REFERENCES

1. Pat. 89989 RF. Vibrating classifier / V.A.Arsentev, I.I.Blehman, L.A.Vaisberg. Publ. 27.12.2009. Bul. N 36

2. Classification of bulk materials in condition of vibrating segregation: equipment modeling, experiment / V.A.Arsentev, I.I.Blehman, L.I.Blehman et al. // Ore dressing. 2010. N 5.

3. Kisevalter B.V. Theoretical basis of gravity concentration. Moscow, 1979.