

В.П. НАДУТЫЙ, д-р техн. наук,

И.П. ХМЕЛЕНКО

(Украина, Днепропетровск, Институт геотехнической механики НАН Украины),

Е.З. МАЛАНЧУК

(Украина, Ровно, Национальный университет водного хозяйства и природопользования)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОНКОГО ВИБРОГРОХОЧЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО СЫРЬЯ

Возросший интерес к исследованию базальтов Волыни связан с их минеральным составом, представляющим высокое содержание железа в виде титаномагнетита, самородной и окисленной меди и других полезных минералов. В настоящее время базальт добывается для строительных целей. Однако не вся добытая горная масса является товарной продукцией, поскольку содержащиеся в базальте лавобрекчия и туф практически не используются и складываются в отвал. При этом они также имеют высокое содержание указанных выше элементов. Поэтому в процессе исследований состава и на основании геологических данных предложено вести раздельную добычу трех составляющих базальтовой горной массы и их комплексную переработку. Это связано с тем, что дробление, измельчение, виброклассификация, магнитная и электрическая сепарация имеют свои особенности как в процессе рудоподготовки, так и при извлечении. При этом, учитывая характеристики магнитных сепараторов (для извлечения магнитновосприимчивой части) и электрических сепараторов (для извлечения самородной меди), классификация по крупности в процессе подготовки к сепарации разделяется на мелкую ($2,0 \div 1,0$ мм) и тонкую ($1,0 \div 0,1$ мм).

Учитывая, что процессы тонкой и мелкой классификации вибрационным методом не достаточно полно изучены, а имеющиеся виброгрохоты для этих целей требуют адаптации своих характеристик к требованиям технологии, поэтому был выполнен комплекс экспериментальных исследований по тонкому грохочению измельченного базальта, туфа и лавобрекчии. Исследования проводились на специально разработанном в ИГТМ НАН Украины для этих целей грохота для тонкой классификации с динамически активной рабочей поверхностью [1, 2].

Целью исследований являлось определение зависимостей эффективности тонкого грохочения и производительности от регулируемых режимных и конструктивных параметров грохота.

В качестве регулируемых параметров приняты: γ – плотность горной массы, г/см³; β – угол наклона возмущающей силы, град; α – угол наклона рабочего органа грохота, град; Δ – размер ячейки классифицирующего сита, мм; q – удельная нагрузка на грохот, т/ч·м²; ω – частота возмущений привода грохота, об/мин; L – длина грохота, м.

Результаты всего комплекса выполненных исследований зависимости эф-
Збагачення корисних копалин, 2011. – Вип. 46(87)

Підготовчі процеси збагачення

ефективности от регулируемых параметров отображены в табл. 1. Такой многофакторный эксперимент необходим для развития представлений о процессе тонкой классификации, выбора пределов регулирования каждым параметром, определения степени влияния и закона изменения технологических параметров при регулировании.

Таблиця 1

Результаты исследований зависимости эффективности тонкого грохочения от варьируемых параметров

Варьируемые параметры		Эффективность, E, %					
		$\Delta = 5 \text{ мм}, a = 0,5 \text{ мм}$			$\Delta = 5 \text{ мм}, a = 0,1 \text{ мм}$		
		$\gamma = 1,4 \text{ г/см}^3$	$\gamma = 2,2 \text{ г/см}^3$	$\gamma = 2,6 \text{ г/см}^3$	$\gamma = 1,4 \text{ г/см}^3$	$\gamma = 2,2 \text{ г/см}^3$	$\gamma = 2,6 \text{ г/см}^3$
β , град	25	25	33	40	18	22	30
	30	37	46	55	24	29	38
	40	50	65	73	40	49	59
	45	58	68	75	45	56	65
	50	54	66	74	45	55	64
	60	45	64	70	44	48	55
α , град	2,5	59	70	78	50	61	69
	5	55	65	75	46	58	65
	10	47	58	65	40	51	58
	15	40	47	52	34	43	48
	20	30	37	45	25	34	40
ω , об/мин	700	40	45	49	33	38	40
	900	44	50	54	38	46	49
	1200	48	60	66	44	53	60
	1500	49	60	70	46	55	60
	1600	45	57	65	45	54	57
q , т/ч·м ²	1	66	76	82	50	62	70
	2	63	70	75	50	58	67
	3	56	67	75	42	55	60
	4	50	62	66	40	50	60
	5	50	57	65	36	44	55
	6	45	55	60	30	42	47
L , м	1	27	32	35	23	27	29
	1,5	31	37	40	27	30	32
	2,5	43	47	55	32	40	43
	3,5	50	56	60	38	45	47
	5	55	64	70	42	50	53
	6	58	64	70	42	51	54

Полученная информация позволяет на модельном уровне оперативно определять рациональный или оптимальный режим классификации, а при подобном исследовании работы всех основных аппаратов технологической цепи – решать задачу синтеза ее параметров.

Исследования зависимости производительности грохота при изменении его параметров проводились с учетом анализа предыдущих результатов исследова-

Підготовчі процеси збагачення

дований. При этом варьировалось меньше количество параметров. Постоянными оставались те из них, которые имеют экстремум функции при влиянии на эффективность грохочения (например, $\omega = 1500$ об/мин.) или установившуюся функцию (например, $L = 4,5$ м или $\alpha = 10^\circ$). Результаты исследований зависимости производительности от варьируемых факторов, представленные в табл. 2, показывают, что для тонкого грохочения угол наклона $\beta = 45^\circ$ является предпочтительным для одновременного достижения высоких эффективности грохочения и производительности.

Таблица 2

Результаты исследований зависимости производительности грохота от варьируемых параметров

Варьируемые параметры		Производительность, Q , т/ч					
		$\Delta = 5$ мм, $a = 0,5$ мм			$\Delta = 5$ мм, $a = 0,1$ мм		
		$\gamma = 1,4$ г/см ³	$\gamma = 2,2$ г/см ³	$\gamma = 2,6$ г/см ³	$\gamma = 1,4$ г/см ³	$\gamma = 2,2$ г/см ³	$\gamma = 2,6$ г/см ³
β , град	20	0,6	0,8	0,9	0,3	0,4	0,6
	30	1,4	1,7	2,0	0,7	0,9	1,1
	40	2,2	2,5	2,6	1,1	1,5	1,8
	45	2,2	2,8	3,0	1,3	1,6	1,8
	50	2,2	2,3	2,5	1,2	1,5	1,7
	60	1,2	1,6	1,7	0,5	0,8	1,0

Постоянство амплитуд колебаний короба грохота ($A_k = 2,0$ мм) и эластичного резонирующего ленточно-струнного сита, поддерживающего металлическую классифицирующую сетку ($A_c = 6,0$ мм), вызвано сохранением напряженного состояния металлоконструкции высокочастотного грохота в допустимых пределах.

Графический анализ полученных зависимостей эффективности грохочения и производительности грохота показал существенное влияние направления возмущающей силы вибровозбудителя для обоих классов исследуемой крупности. На рис. 1 и 2 представлены графики зависимости производительности грохота (по надрешетному продукту) от угла наклона возмущающей силы вибровозбудителя для классов крупности 0,5 и 0,1 мм, соответственно. Важным является тот факт, что рациональным углом наклона для достижения высокой эффективности грохочения и приемлемой производительности является $\beta = 45$ град. (экстремум функции). Исходя из этих соображений, влияние остальных параметров грохота на технологические показатели изучалось при этом кинематически заданном угле.

Зависимость эффективности тонкого грохочения от частоты возмущений привода имеет устойчивый экстремум в пределах $\omega = 1450-1500$ об/мин. Для исследуемых классов крупности разделения эта зависимость показана на рис. 3 и 4. Наличие экстремума функции указывает на возможность установки фиксированной частоты в указанных пределах при подборе параметров процесса тонкого грохочения.

Поскольку для тонкой классификации необходимо обеспечить высокие

Підготовчі процеси збагачення

эффективность и производительность, то полученные результаты могут быть использованы при настройке виброгрохота.

Таким образом, полученные результаты исследований позволяют подобрать необходимое оборудование для конкретных условий переработки базальтовой горной массы [3], определять его параметры для максимального удовлетворения требованиям технологии рудоподготовки и извлечения полезных компонентов по безотходной технологии с учетом комплексной переработки.

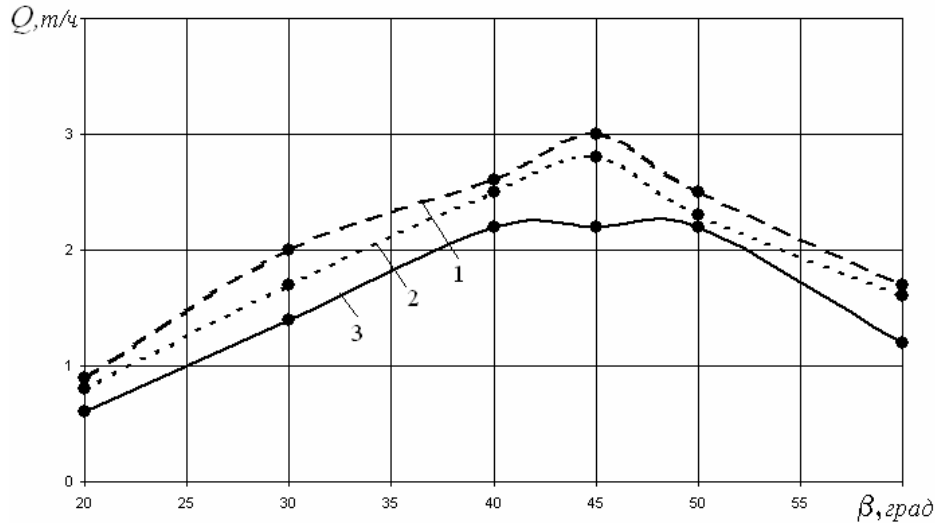


Рис. 1. Зависимость производительности грохота (по надрешетному продукту) от угла наклона возмущающей силы вибровозбудителя для класса крупности 0,5 мм:
1 – плотность породы $\gamma = 1,4 \text{ г/см}^3$; 2 – плотность породы $\gamma = 2,2 \text{ г/см}^3$;
3 – плотность породы $\gamma = 2,6 \text{ г/см}^3$

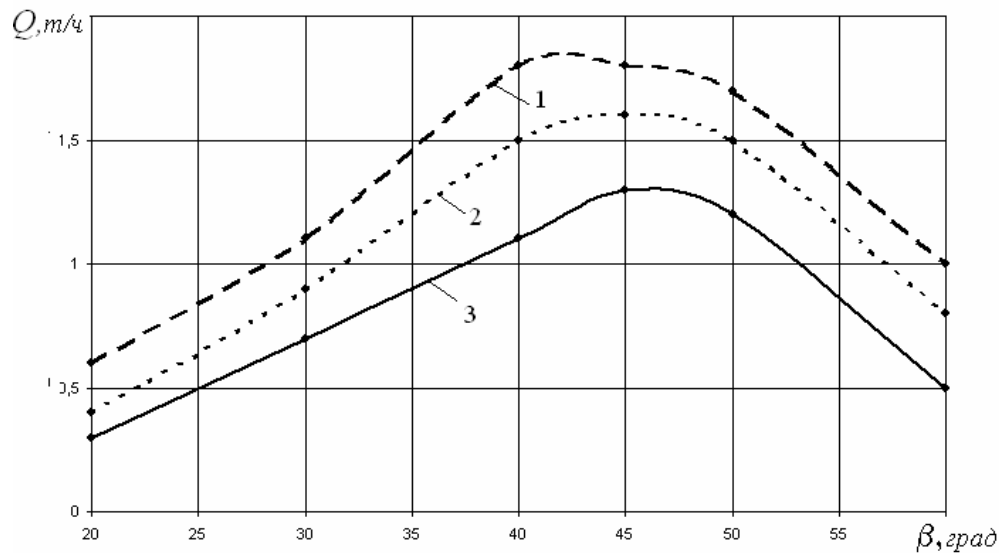


Рис. 2. Зависимость производительности грохота (по надрешетному продукту) от угла наклона возмущающей силы вибровозбудителя для класса крупности 0,1 мм:
1 – плотность породы $\gamma = 1,4 \text{ г/см}^3$; 2 – плотность породы $\gamma = 2,2 \text{ г/см}^3$;
3 – плотность породы $\gamma = 2,6 \text{ г/см}^3$

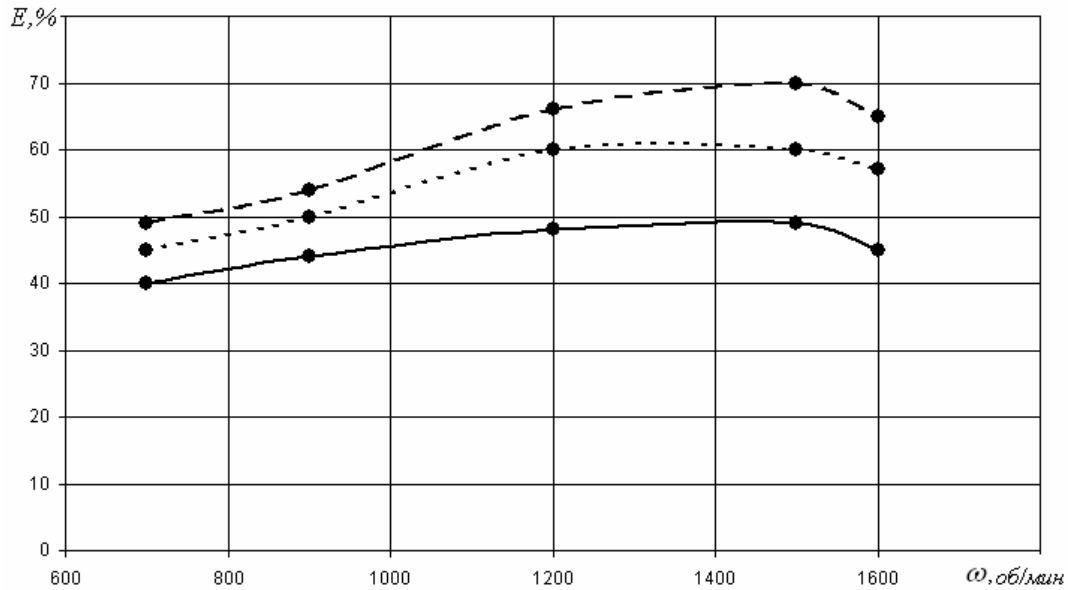


Рис. 3. Зависимость эффективности грохочения от частоты возмущений грохота для класса крупности 0,5 мм

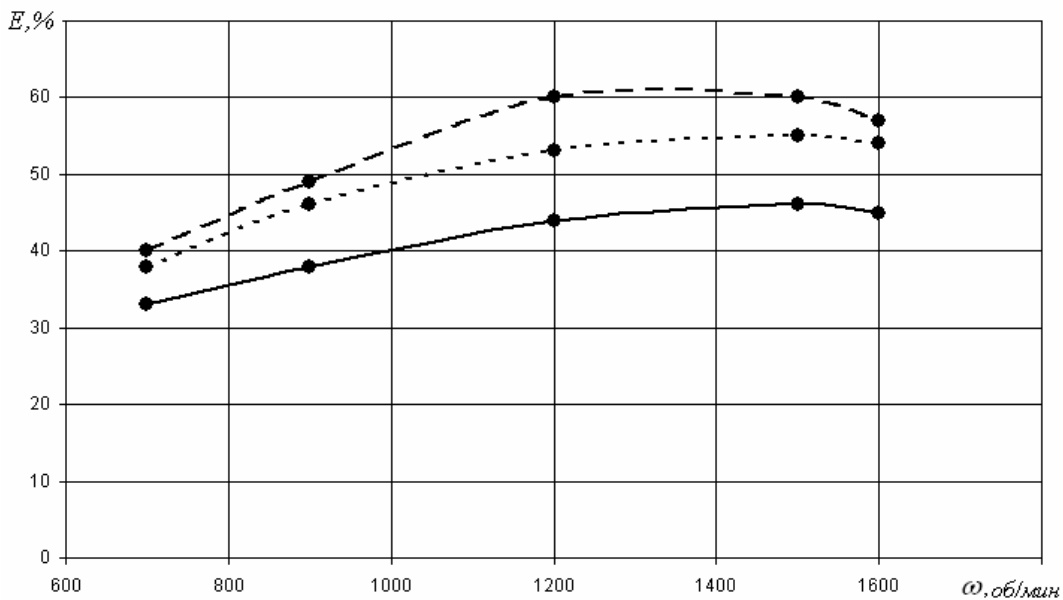


Рис. 4. Зависимость эффективности грохочения от частоты возмущений грохота для класса крупности 0,1 мм

Список литературы

1. Патент України на корисну модель UA 39362, МПК В 07 В. 1/40. Грохот вібраційний. Заявка № U200810796 від 01.09.2008, опубл. 25.02.2009. / Надутий В.П., Ягнюков В.Ф., Хмеленко І.П. Бюл. № 4. – 2009.

2. **Надутый В.П., Лапшин Е.С., Хмеленко И.П.** Анализ виброударного режима движения просеивающей поверхности грохота // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукр. наук.-техн. журнал. – Вінниця, 2009. – № 2(54). – С. 69-74.

Збагачення корисних копалин, 2011. – Вип. 46(87)

Підготовчі процеси збагачення

3. **Надутый В.П. Маланчук З.Р.** Спосіб підготовки мідевісних базальтів до комплексного збагачення // Матер. ІХ Ежегодной междунар. пром. конф. – п. Славское, Карпаты – 2009. – УИЦ "Наука. Техника. Технология". – Киев, 2009. – С. 363-364.

© Надутый В.П., Хмеленко И.П., Маланчук Е.З., 2011

*Надійшла до редколегії 10.09.2011 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком*