

В.П. Надутый, д.т.н.
(ИГТМ),

Е.З. Маланчук, к.т.н.

(Национальный университет водного хозяйства и природопользования),

И.П. Хмеленко, к.т.н.
(ИГТМ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ МЕЛКОГО ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОЧЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО СЫРЬЯ

У роботі наведено результати експериментальних досліджень закономірностей зміни ефективності і продуктивності при дрібному грохоченні трьох складових базальтової гірської маси. При цьому варійованими параметрами були: кут нахилу збуджуючої сили і нахилу робочого органа, частота віброзбудження, питоме навантаження і довжина робочого органа. Рекомендовано їхні раціональні параметри

NORMALITY RESEARCH OF FINE VIBRATION SCREENING OF BASALTIC RAW

Results of experimental researching of normalities of efficient and productivity changes at the fine screening of three components of basaltic mining mass are represented in the article. Varying parameters were: slope angle of dithering force and the slope of working organ, frequency of vibration dithers, specific load and length of working organ. Their rational factors are recommended

Многочисленными геологическими исследованиями установлен богатый минералогический состав базальтов Воьлини [1]. В последующих исследованиях сотрудниками ИГТМ НАНУ и НУВХП были установлены подробный микроэлементный состав, технологические особенности переработки и добычи основных составляющих базальтовой залежи – базальта, лавобрекчии и туфа [2-6]. Промышленный интерес представляет высокое содержание во всех этих составляющих титаномагнетита, самородной меди и других микроэлементов. Поэтому на основании выполненных исследований рекомендовано вести комплексную добычу и переработку базальтового сырья [7], которая заключается в раздельной добыче туфа, базальта и лавобрекчии при отработке карьера, после чего вести комплексную переработку каждого сырья в отдельности по безотходной технологии извлечения полезных компонентов. Раздельная переработка обусловлена отличием физико-механических свойств каждой из пород и особенностями извлечения минералов. Новизна рекомендуемого подхода заключается в том, что в настоящее время из отрабатываемого базальтового месторождения, несмотря на его богатый микроэлементный состав, извлекается только базальт для производства строительного щебня, а туф и лавобрекчия складываются в отвал, занимающий громадную территорию с нарушением экологии среды.

Для реализации комплексной переработки базальтового сырья разработана технологическая схема и подобрано по операциям необходимое оборудование на проектном уровне. (Все это требует дополнительной проверки и уточнения в натурных условиях.). Одна из таких операций (мелкое и тонкое грохочение

на виброгрохотах конструкции ИГТМ НАН Украины) [1] обеспечивает рудо-подготовку для магнитной и электрической сепарации.

Целью работы является экспериментальное определение зависимости эффективности грохочения и производительности мелкого грохочения (5,0; 3,0 и 2,0 мм) от основных варьируемых параметров: направления возмущающей силы (β , град); угла наклона грохота (α , град); частоты колебаний рабочего органа (ω , об/мин); удельной нагрузки (q , т/ч·м²); размера ячейки динамически активного сита (Δ , мм); плотности перерабатываемой горной массы (γ , г/см³); длины грохота (L , м).

Во всех исследуемых случаях соотношение в исходном продукте, надрешетного и подрешетного, равнялось в процентах 50:50.

Несмотря на установленные ранее [6] зависимости показателей виброгрохочения от указанных варьируемых параметров для среднего и крупного грохочения они не могут быть использованы для мелкого грохочения в исследуемом случае, поскольку все три составляющие базальтового сырья контрастны по плотности, имеют различный гранулометрический состав после аналогичных стадий мелкого дробления и отличаются формой частиц. Поэтому потребовались дополнительные исследования, которые лягут в основу моделирования процесса и рационального управления им.

Исследования проводились на опытных образцах виброгрохотов, оснащенных резиновыми ленточно-струнными ситами (РЛСС) и частотными регуляторами оборотов вибровозбудителя. Поскольку увеличение амплитуды колебаний короба грохота резко увеличивает его напряженное состояние, то для снижения металло- и энергоемкости грохота путем подбора частотного режима и конструктивных параметров резинового сита амплитуда его колебаний поддерживалась в рациональных пределах ($A_c = 6,0$ мм; $A_k = 2,0$ мм), установленных ранее.

Результаты экспериментальных исследований указанных зависимостей представлены в табл. 1, анализ которых подтверждает существенное влияние каждого варьируемого фактора на эффективность грохочения и возможность управления процессом, изменяя один или несколько параметров. Пределы варьирования приняты в экспериментах из конструктивных или технологических соображений.

Поскольку грохот кроме классифицирующей операции выполняет функцию транспортирования, для чего необходимо обеспечить свои рациональные параметры, которые не совпадают с параметрами для рациональной эффективности грохочения, то были выполнены исследования по зависимости производительности по надрешетному продукту от всех вышеупомянутых варьируемых параметров. Результаты этих исследований представлены в табл. 2.

Анализ результатов этих исследований, а также графическое представление результатов показывают, что функция $Q = f(\beta)$ имеет существенно нелинейный характер с явно выраженным экстремумом для всех случаев варьирования параметрами. Поэтому, учитывая, что максимальная производительность достигается при угле наклона возмущающей силы вибровозбудителя β

= 45°, все последующие исследования проводились в этом режиме возмущения.

Таким образом, выполненный комплекс исследований по мелкому грохочению всех трех компонентов базальтовой горной массы позволяет выбрать рациональный, а при выборе критериев и оптимальный, режим классификации в процессе рудоподготовки сырья к обогащению на магнитных и электрических сепараторах в процессе отбора магнитновосприимчивой части (титаномагнетита) на первой стадии переработки и отделять силикатную часть массы от медьсодержащей.

Все три составляющие представляют промышленный интерес, что обеспечивает безотходность разработанной технологии, в которой мелкое грохочение выполняет подготовительную функцию.

Выводы. В результате выполненных исследований по определению рациональных режимных и конструктивных параметров грохота при мелком грохочении (2,0÷5,0 мм) трех видов базальтовой горной массы (туфа, лавобрекчии и базальта) установлено, что угол наклона направленной возмущающей силы вибровозбуждения составляет 45°, угол наклона рабочего органа с учетом обеспечения необходимой производительности рекомендуется 15-20°, частота вибровозмущений 1300 об/мин, максимальная удельная нагрузка на грохот составляет 5,0 т/ч*м², предпочтительная длина рабочего органа 4,5÷5,0 м. Эти параметры рекомендованы при проектировании виброгрохота для реализации технологии рудоподготовки базальтового сырья к дальнейшей переработке по извлечению полезных компонентов – самородной меди, титаномагнетита и силикатной части.

Таблица 1 - Результаты исследований зависимости эффективности грохочения от варьируемых параметров

Варьируемые параметры	Эффективность, E, %																		
	Δ = 2. мм			Δ = 3. мм			Δ = 5. мм												
	γ = 1,4 г/см ³	γ = 2,2 г/см ³	γ = 2,6 г/см ³	γ = 1,4 г/см ³	γ = 2,2 г/см ³	γ = 2,6 г/см ³	γ = 1,4 г/см ³	γ = 2,2 г/см ³	γ = 2,6 г/см ³	γ = 1,4 г/см ³	γ = 2,2 г/см ³	γ = 2,6 г/см ³							
β, град	25	44	53	60	50	60	66	52	62	68	44	53	60	50	60	66	52	62	68
	30	52	60	70	58	69	75	59	68	75	52	60	70	58	69	75	59	68	75
	40	65	74	83	70	80	85	76	84	90	65	74	83	70	80	85	76	84	90
	45	72	80	85	74	84	89	80	88	95	72	80	85	74	84	89	80	88	95
	50	72	78	82	73	84	88	79	90	95	72	78	82	73	84	88	79	90	95
	60	71	77	82	71	89	86	77	89	94	71	77	82	71	89	86	77	89	94
α, град	2,5	60	68	75	65	75	81	75	84	90	60	68	75	65	75	81	75	84	90
	5	60	67	74	65	71	78	74	83	85	60	67	74	65	71	78	74	83	85
	10	53	62	68	58	69	75	71	80	85	53	62	68	58	69	75	71	80	85
	15	47	58	65	52	58	65	60	78	72	47	58	65	52	58	65	60	78	72
	20	40	48	55	45	52	57	50	59	65	40	48	55	45	52	57	50	59	65
	600	42	46	48	50	57	58	55	62	62	42	46	48	50	57	58	55	62	62
ω, об/мин	700	45	51	53	57	64	66	57	67	70	45	51	53	57	64	66	57	67	70
	900	56	64	67	64	73	76	70	75	80	56	64	67	64	73	76	70	75	80
	1100	64	75	81	67	85	87	70	85	92	64	75	81	67	85	87	70	85	92
	1300	67	79	85	70	85	92	74	88	94	67	79	85	70	85	92	74	88	94
	1500	65	74	80	65	82	85	65	78	87	65	74	80	65	82	85	65	78	87
	1	70	78	85	75	83	90	82	92	96	70	78	85	75	83	90	82	92	96
q, т/ч·м ²	2	65	75	78	72	80	85	77	85	90	65	75	78	72	80	85	77	85	90
	3	60	68	75	66	76	85	75	84	88	60	68	75	66	76	85	75	84	88
	4	55	65	73	65	73	80	71	802	86	55	65	73	65	73	80	71	802	86
	5	50	61	70	58	66	75	65	75	85	50	61	70	58	66	75	65	75	85
	6	50	60	65	57	62	70	65	74	80	50	60	65	57	62	70	65	74	80
	7	48	58	61	53	60	65	61	70	74	48	58	61	53	60	65	61	70	74
L, м	1	28	30	34	35	35	40	36	43	45	28	30	34	35	35	40	36	43	45
	2	44	47	54	46	52	60	52	60	64	44	47	54	46	52	60	52	60	64
	2,5	47	55	60	60	66	71	59	66	75	47	55	60	60	66	71	59	66	75
	3,5	64	70	75	66	75	80	70	82	85	64	70	75	66	75	80	70	82	85
	4,5	68	75	80	73	80	96	80	85	89	68	75	80	73	80	96	80	85	89
	5	72	80	82	74	83	89	80	88	95	72	80	82	74	83	89	80	88	95
6	72	80	83	78	85	90	84	92	95	72	80	83	78	85	90	84	92	95	

Таблица 2 - Результаты исследований зависимости производительности грохота от варьируемых параметров

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельничук В.Г. Міденосні лавобрекчії в трапах Волині / [Мельничук В.Г., Косовський Я.О., Матеюк В.В., Федорчук М.В.] В кн. "Геологічна наука та освіта в Україні на межі тисячоліть: стан, проблеми, перспективи". – Львів, 2000. – С. 115-116.
2. Надутый В.П. Определение элементного состава вскрышных и основных пород Рафаловского базальтового карьера / Надутый В.П., Маланчук З.Р., Гринюк Т.Ю. // Геотехнічна механіка : Міжвід. зб. наук. праць Ін-ту геотехнічної механіки НАН України. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 68. – С. 99-104.
3. Надутый В.П. Определение магнитной восприимчивости сырья базальтового карьера / Надутый В.П., Гринюк Т.Ю., Мостыка Ю.С. // Геотехническая механика : Межвед. сб. науч. тр. Института геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2008. – Вып. № 74. – С. 8-13.
4. Надутый В.П. Результати досліджень впливу електростатичного поля на породи базальтового кар'єру / Надутый В.П., Гринюк Т.Ю. // Науковий вісник : Наук.-техн. журнал НГУ – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 2(122). – С. 81-86.
5. Маланчук З.Р. Закономірність розміщення самородної міді в базальтовій лавобрекчії при різному її гранулометричному складі / Маланчук З.Р., Гринюк Т.Ю., Стець С.С. // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування : Зб. наук. праць. – Рівне, 2005. – Вип. 4(32). – С. 215-220.
6. Надутый В.П. Экспериментальные исследования состава и выбора метода переработки медьсодержащих базальтов Волини / Надутый В.П., Гринюк Т.Ю. // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" : Зб. наук. праць. Тематичний випуск "Хімія, хімічна технологія та екологія". – Харків : НГУ "ХПІ", 2006. – № 25. – С. 101-107.
7. Надутый В.П. Спосіб підготовки мідєвмісних базальтів до комплексного збагачення / Надутый В.П., Маланчук З.Р. // Матер. ІХ Ежегодной междунар. пром. конф., п. Славское, Карпаты - 2009. – УИЦ "Наука. Техника. Технология". – Киев, 2009. – С. 363-364.