

УДК 622.277

Маланчук Е. З., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И РЕГРЕССИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ БАЗАЛЬТОВОГО СЫРЬЯ ОТ ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СЕПАРАТОРА

В статье наведены результаты исследований базальтового сырья из месторождения в Ровенской области (с. Иванчи) на сепараторах в зависимости от напряженности магнитного поля и класса крупности.

Ключевые слова: сепаратор, индукция магнитного поля, туф, базальт, лавобрекция, класс крупности, рудоподготовка.

Введение. Для обобщения полученных результатов исследовались наиболее эффективные классы крупности для магнитной сепарации (+0,63÷–2,5 мм) и (+0,1÷–0,63 мм). Результаты зависимости извлечения магнитно-восприимчивой части от величины индукции магнитного поля для туфа, базальта и лавобрекции представлены в табл. 1. В экспериментах каждый из вышеуказанных видов горной массы представлен одинаковой навеской в 645 грамм, в которой содержатся оба класса крупности и силикатная часть. Напряженность магнитного поля изменялась в диапазоне 0÷1,3 тесла.

По исходным экспериментальным данным выполнены расчеты функции распределения. В качестве иллюстрирования процесса ее определения приведен пример вычисления функции распределения для туфа (класс крупности +0,63÷–2,5 мм). Схема расчета функции распределения представлена в табл. 2. Функция распределения q_i вычисляется по формуле:

$$q_i = \frac{y_i}{y_z} \cdot 100\% \quad (1)$$

где y_i – выход магнитного продукта при определенной индукции;

y_z – суммарный выход магнитного продукта в пробе.

Из приведенных результатов видно, что более 98% материала извлекается при напряженности магнитного поля до 0,58 тесла и только менее 2% – при более высокой напряженности. Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что при напряженности 0,58 тесла изменение выхода достаточно хорошо согласуется с линейной функцией. После чего наблюдается резкий перелом. В связи с этим полиномиальные функции не подходят для аппроксимации зависимости. Наиболее эффективной моделью является логарифмическая, однако она работает только в диапазоне 0÷0,9 тесла. При более высоких значениях аргумента логика модели нарушается.

Аналитическая модель функции распределения была задана в виде:

Таблица 1

Зависимость составляющих базальтового сырья от напряженности магнитного поля (в теслах)
по двум классам крупности продукта рудоподготовки

№ опыта	Индукция, тесла	Туф		Базальт		Брекчия	
		+0,63–2,5 мм	+0,1–0,63 мм	+0,63–2,5 мм	+0,1–0,63 мм	+0,63–2,5 мм	+0,1–0,63 мм
1	0,08	63,2	30,5	73,6	29,0	51,3	21,0
2	0,16	59,5	37,0	76,4	35,5	60,5	26,2
3	0,3	51,7	37,7	68,0	40,5	64,4	31,6
4	0,44	49,7	31,9	63,5	38,5	68,5	36,4
5	0,58	44,8	32,5	60,5	30,4	63,1	28,5
6	1,3	6,2	5,8	10,6	7,6	20,2	12,9
7	немагнитн.	56,4	33,4	29,4	18,5	36,2	21,4
8	2	331,4	208,9	380,0	200,0	364,2	178,0
Сумма в каждой навеске пробы, г		331,4+208,9+104,5-645 (г)		380,0+200,0+65,0-645 (г)		364,2+178,0+102,8-645 (г)	

Таблица 2

Результаты расчета функции распределения

№ п/п	Индукция y , тесла	Выход y , Z	Выход накопленным итогом y , г	Функция рас- пределения, q , %
1	0	56,4	56,4	-
2	0,08	63,2	119,6	36,08
3	0,16	59,5	179,1	54,03
4	0,3	51,7	230,8	69,62
5	0,44	49,7	280,5	84,62
6	0,58	44,8	325,3	98,13
7	1,3	6,2	331,5	100,00

$$q = a + b \cdot \ln(x), \% , \quad (2)$$

где x – индукция;

q – выход продукта в накопленном итоге, %.

Результаты расчета функции распределения для туфа графически представлены на рисунке, *a*.

Статистическая модель для класса крупности (+0,63 ÷ –2,5 мм):

$$q = 101,13 + 24,61 \cdot \ln(x); \quad (3)$$

коэффициент корреляции признаков $P_z = 0,97$; статистика Фишера для модели $F = 142,7$; статистика Стьюдента для коэффициентов регрессии $t_a = 44,14$; $t_b = 11,95$. Статистическая модель для класса крупности (+0,1 ÷ –0,63 мм):

$$q = 101,78 + 26,94 \cdot \ln(x); \quad (4)$$

коэффициент корреляции признаков $P_z = 0,975$; статистика Фишера для модели $F = 157,12$; статистика Стьюдента для коэффициентов регрессии $t_a = 42,15$; $t_b = 12,53$.

Приведенные данные свидетельствуют о достаточно плотной корреляционной связи признаков высокой адекватности модели и высокой значимости коэффициентов регрессии.

Результаты расчета функции распределения для базальта графически представлены на рисунке, *б*. При этом получены статистические

моделі:

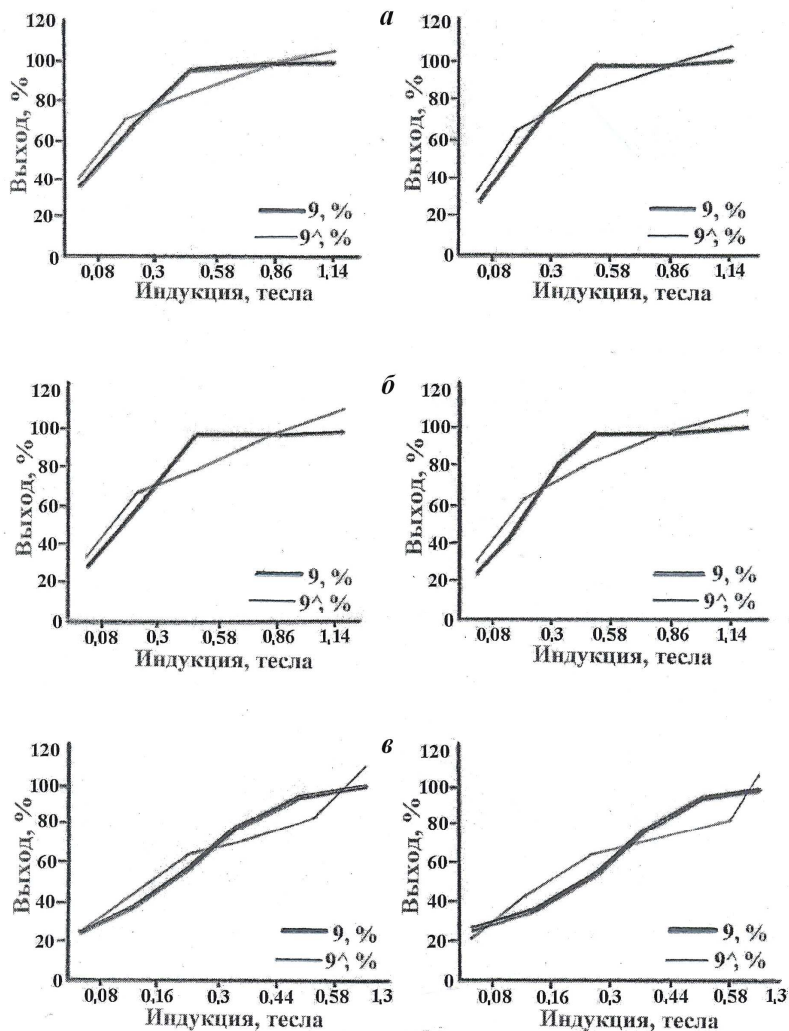


Рисунок. Экспериментальные и расчетные значения функции распределения выхода для туфа (а), базальта (б), лавобрекчии (в) в зависимости от напряженности магнитного поля для классов крупности (+0,63÷-2,5 мм) и (+0,1÷-0,63 мм) – для класса крупности (+0,63 ÷ -2,5 мм):

$$q = 100,9 + 28,13 \cdot \ln(x); \quad (5)$$

коэффициент корреляции признаков $P_z = 0,975$; статистика Фишера для модели $F = 153,64$; статистика Стьюдента для коэффициентов регрессии $t_a = 39,37$; $t_b = 12,4$;

– для класса крупности $(+0,1 \div -0,63 \text{ мм})$:

$$q = 100,54 + 29,78 \cdot \ln(x); \quad (6)$$

коэффициент корреляции признаков $P_z = 0,975$; статистика Фишера для модели $F = 156,03$; статистика Стьюдента для коэффициентов регрессии $t_a = 37,9$; $t_b = 12,49$.

Следует отметить, что, как и для предыдущей модели, результаты являются значимыми при напряженности магнитного поля $0 \div 0,9$ тесла.

Результаты расчета функции распределения для брекчии графически представлены на рисунке, в.

Получены статистические модели:

– для класса крупности $(+0,63 \div -2,5 \text{ мм})$:

$$q = 99,04 + 29,95 \cdot \ln(x); \quad (7)$$

коэффициент корреляции признаков $P_z = 0,975$; статистика Фишера для модели $F = 76,31$; статистика Стьюдента для коэффициентов регрессии $t_a = 20,23$; $t_b = 8,74$;

– для класса крупности $(+0,1 \div -0,63 \text{ мм})$:

$$q = 98,18 + 30,14 \cdot \ln(x); \quad (8)$$

коэффициент корреляции признаков $P_z = 0,975$; статистика Фишера для модели $F = 78,7$; статистика Стьюдента для коэффициентов регрессии $t_a = 20,24$; $t_b = 8,87$.

Таким образом, для всех полученных моделей установлена тесная корреляционная связь, высокая адекватность моделей и значимость коэффициентов регрессии. Для всех моделей приемлемым является диапазон напряженности магнитного поля до 0,9 тесла. Особенностью полученных результатов является то, что характер зависимостей для

всех трех материалов и классов крупности одинаков, что следует учитывать при разработке технологии комплексной переработки базальтового сырья. Аналитически это подтверждается тем, что коэффициенты регрессии всех моделей попадают в один доверительный интервал при уровне значимости, не превышающем 0,05. Следовательно, для данного сырья можно получить одну обобщенную модель функции распределения. В результате расчетов было получено:

$$q = 100,1 + 28,26 \cdot \ln(x) \cdot \quad (9)$$

Справедливость этой обобщенной модели можно объяснить тем, что магнитные свойства всех трех пород базальтового сырья примерно одинаковы, и их распределения слабо зависят от класса крупности в исследуемом диапазоне.

Выводы: Обобщение результатов исследований сырья на магнитную восприимчивость выполнено в виде экспериментальных и регрессионных зависимостей выхода туфа, базальта и лавобрекчии от индукции магнитного поля сепаратора. Установлена обобщенная регрессионная модель выхода для всех трех составляющих.

1. Булат А. Ф. Перспективы комплексной переработки базальтового сырья Волины / А. Ф. Булат, В. П. Надутый, Е. З. Маланчук // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 85. – С. 3-7. 2. Квасница И. В. Самородное железо из базальтов Волины (Украина) [Электронный ресурс] / И. В. Квасница, Я. И. Косовский // Матер. IV Междунар. минер. семинара «Теория, история, философия и практика минералогии». – Сыктывкар : Геопринт, 2006. – С. 122-123. – Режим доступа: <http://www.old.geo.komisc.ru>public/collect/2006/theory/paf/122.paf>. 3. Надутый В. П. Исследование магнитной восприимчивости цеолит-сметитовых туфов / В. П. Надутый, О. Н. Прокопюк, В. И. Дудник // Збагачення корисних копалин: Наук-техн. зб. Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 44(85). – С. 103-108.

Рецензент: д.т.н., профессор Маланчук З. Р. (НУВХП)

Malanchuk E. Z., Candidate of Engineering, Associate Professor
(National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

**EXPERIMENTAL AND REGRESSION DEPENDENCE OF THE
MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF BASALT RAW MATERIAL**

FROM THE MAGNETIC FIELD SEPARATOR

In article induced research results basalt raw materials from deposits in Rivne region (v. Ivanchi) on the separators in over-dependence on magnetic field strength and size class.

Keywords: separator, magnetic field induction, tuff, basalt, lawarence, class size, ore preparation.

Маланчук Є. З., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ТА РЕГРЕСІЙНІ ЗАЛЕЖНОСТІ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ БАЗАЛЬНОЇ СИРОВИНИ ВІД ІНДУКЦІЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ СЕПАРАТОРА

У статті наведені результати досліджень базальтової сировини з родовища в Рівненській області (с. Іванчі) на сепараторах в залежності від напруженості магнітного поля і класу крупності.

Ключові слова: сепаратор, індукція магнітного поля, туф, базальт, лавобрекція, клас крупності, рудопідготовка.
