

**А.И. ЗУБАРЕВ**

(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

## **ОБОГАЩЕНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ МАРГАНЦЕВЫХ ШЛАМОВ МЕТОДОМ СУХОЙ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ.**

Сложный вещественный состав перерабатываемых в Украине марганцевых руд, а также несовершенство технологических схем не позволяют в полном объеме извлечь марганец из руды в товарный концентрат, около 25% марганца остается в шламах промывки и в "хвостах" обогащения, которые десятилетиями складировались в специальных хранилищах – шламонакопителях. С развитием промышленности росло и количество технологических отходов, которые могут рассматриваться как техногенные месторождения.

В Никопольском регионе, по разным оценкам [1, 2] сосредоточено от 180 до 250 тысяч тонн всевозможных отходов обогащения окисных и смешанных марганцевых руд, которые представлены зернистыми и илистыми марганцевыми шламами. Проведенный предварительный анализ показывает, что зернистая часть составляет до 50% из всего объема накопленных отходов обогащения прошлых лет. Данные отходы негативно влияют на природные ландшафты и экологические условия, занимая площади плодородных земель и ухудшая среду обитания животных и человека. Техногенные месторождения приводят к исключению из хозяйственного оборота земель, занятых отходами производства. Кроме того, происходит уничтожение или снижение качества сопредельных земель из-за пылевых заносов с отвалов и хвостохранилищ, в результате чего проблема переработки техногенных месторождений на сегодняшний день становится все более важной производственной и экологической проблемой. [2, 3]

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что сухое магнитное обогащение может быть реализовано с использованием сухих магнитных сепараторов барабанного типа с сильным полем на постоянных магнитах NdFeB. Результаты исследований показали, что лежалые зернистые марганцевые шламы эффективно обогащаются данным методом. Полученные концентраты соответствует требованиям, предъявляемым к промышленным концентратам.

Сухая магнитная сепарация может осуществляться на стационарной или мобильной [4] обогатительной фабрике, находящейся на борту хвостохранилища. Сухая магнитная сепарация не требует дополнительного водооборота, но связана со сравнительно небольшими потерями энергии на сушку.

Кроме того, использование в магнитных сепараторах постоянных магнитов высоких энергий позволяет отказываться от традиционных конструкций магнитных систем с электромагнитным возбуждением и заменой их магнитными системами нового поколения, не уступающих принципиально по максимальной интенсивности магнитного поля в рабочем объеме сепаратора. Очевидные пре-

## Магнітна і електрична сепарація

имущества магнитных сепараторов на постоянных магнитах: отсутствие источников электроснабжения, кабельных линий, аппаратуры коммутации и защиты, средств электробезопасности, дополняются другими преимуществами, обусловленными специфическими свойствами самих постоянных магнитов. Прежде всего, это относится к возможности практически неограниченного "дробления" магнитных систем на отдельные модули, широкие пределы в формировании топологии магнитного поля как за счет разнообразия в направлении их намагниченности, формы, конструктивной компоновки в самом магнитном сепараторе

Согласно рассмотренной в работе [5] физической модели массопереноса слабомагнитных материалов под действием отклоняющего магнитного поля при криволинейном движении в рабочей зоне сухого барабанного магнитного сепаратора были проведены расчеты необходимых параметров сухой магнитной сепарации.

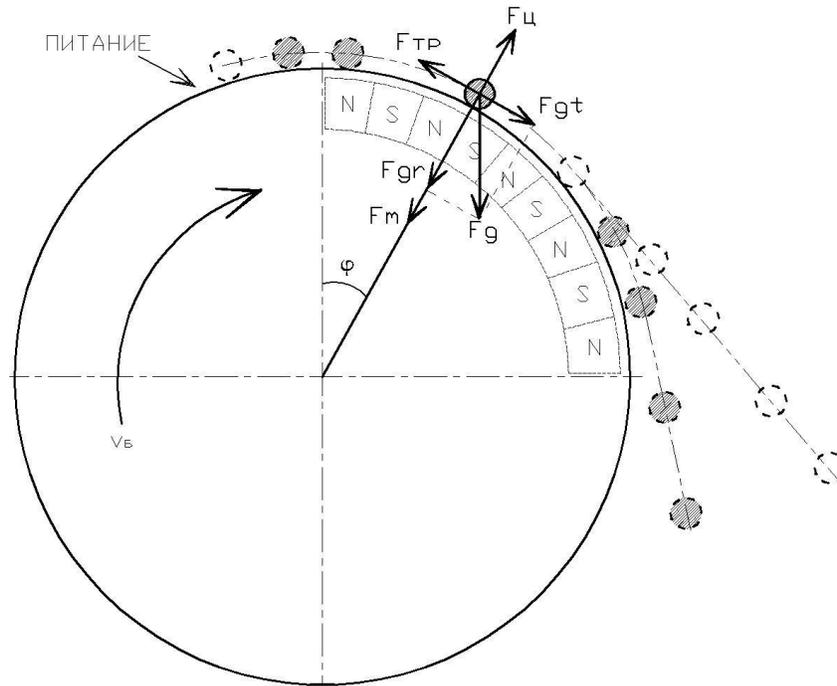


Рис. 1. Силы, действующие на частицу, помещенную на поверхность вращающегося барабанного магнитного сепаратора

Принципиальная схема сухого магнитного сепаратора барабанного типа показана на рис. 2.

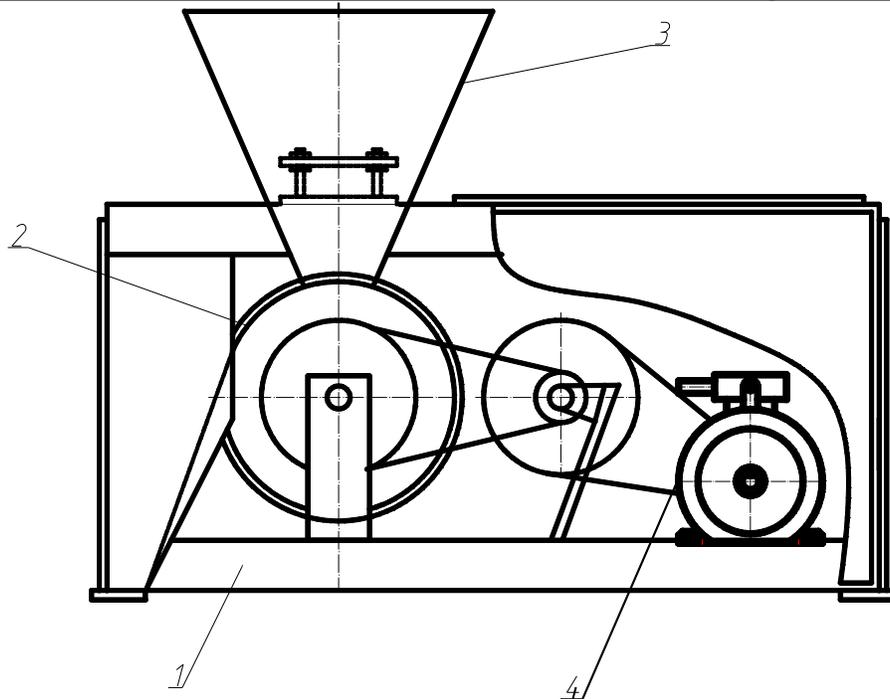


Рис. 2. Схема лабораторной модели сухого магнитного сепаратора:  
 1 – рама; 2 – рабочий барабан с магнитной системой;  
 3 – загрузочное устройство; 4 – привод барабана

Техническая характеристика лабораторного сухого магнитного сепаратора представлена в таблице 1.

*Таблица 1*

Техническая характеристика лабораторного сухого магнитного сепаратора

№ п/п	Наименование параметров	Значение параметров
1	Диаметр барабана, мм	250
2	Длина барабана, мм	500
3	Длина рабочей поверхности, град	60
4	Скорость движения рабочей поверхности, м/с	0-2
5	Мощность привода двигателя, Вт	500
6	Индукция магнитного поля на поверхности барабана, Тл	0,4
7	Габаритные размеры, мм:	
	длина	1000
	ширина	600
	высота	500
8	Масса, кг (не более)	50

Исходный материал поступает в загрузочный бункер 1, в нижней части которого, имеется наклонная полка, с которой материал самотеком, в виде свободно падающего монослоя подается на магнитный сепаратор 2. Попадая в момент контакта на поверхность под влияние силы коэффициентах трения и формы, частицы ложатся на барабан и приобретают его скорость. Марганецсодер-

## **Магнітна і електрична сепарація**

жашіе частіцы, якія маюць магнітну восприімчыўсць у адлічыі ад порадасодержащих частіц, пад дзействам магнітнай сілы прыжымаюцца к барабану, што вызываіт адкланеніі траекторыі іх двыжэння адносітельна немагнітных частіц. Скатываюцца вніз, магнітныі і немагнітныі частіцы разгружаюцца в бункера для сбра немагнітнаго магнітнаго прадуктаў, саотвётствінно.

Эффектыўнасць раздільня ісходнаго матерыала абеспечываітся възможнасцю рэгуліравання палажэння магнітнай сістэмы, скорасці вращэння барабана і палажэннем дельтель.

Ісследованія раздільня марганецсодержащих і порадных частіц на лабараторнаго сухом магнітнаго сепараторе осущестवलісся с целью определіння зависымості эффектыўнасці обогашчэння ад тэхналогічскіх і конструктыўных параметраў.

В прасессе лабараторных ісследованій ісходный зерністы марганцевый шлам, с содержаніем марганца 16-17%, класіфіцыравался по классам -0,5, 0,5-1,0, 1,0-3,0, -3,0 мм і подавался на вращающійся магнітны барабан (індукцыя  $B = 0,4$  Тл).

Результаты обогашчэння прыведены в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Частота вращения барабана, м/с	Проба №1 (-0,5 мм)		Проба №2 (0,5-1,0 мм)		Проба №3 (1,0-3,0 мм)		Проба №4 (-3,0 мм)	
		γ, %	Mn, %	γ, %	Mn, %	γ, %	Mn, %	γ, %	Mn, %
1	0,6	47,9	32,8	29,1	34,2	49,2	35,1	42	31,2
2	0,7	44	34,2	26,1	37,1	47,1	36,9	37,7	34,1
3	0,8	42,1	36,8	24,9	38,9	44,2	38,4	36,2	35,6
4	0,9	41,2	36,2	23,1	40,8	42,1	41,3	34,8	36,4
5	1,0	38,6	35,1	20,9	41,8	40	42,2	32,9	36,1

Результаты фотосъемки прадуктаў раздільня сухого магнітнаго обогашчэння зерністых марганцевых шламов прыведен на рнсунке 3.



Рис. 3. Результаты фотосъемки прадуктаў раздільня сухого магнітнаго обогашчэння зерністых марганцевых шламов на сепараторе барабаннаго тыпа

## **Магнітна і електрична сепарація**

Как видно из вышеизложенного материала, сухой магнитный сепаратор барабанного типа значительно проще по конструкции, чем его аналоги и имеет более высокую эксплуатационную надежность. Из сравнения технологических показателей и конструктивных особенностей сепараторов следует, что при необходимости использования сухого процесса обогащения зернистых марганцевых шламов его вполне целесообразно применять.

Проведенные опыты по обогащению зернистых марганцевых шламов на сухом барабанном магнитном сепараторе в один прием, показали возможность получения промышленных сортов марганцевых концентратов, с содержанием марганца от 36 до 42%. При этом, для различных классов крупности обогащаемого материала должны быть выбраны несколько отличные технологические показатели работы сепаратора.

### **Список литературы**

1. Туркенич А.М., Левченко К.А., Шатова Л.А. Обогащение марганцевых шламов методами влажной магнитной сепарации // Обогащение полезных ископаемых: Науч.-техн. сб. – 2009. –
2. Формирование и разработка техногенных месторождений железных и марганцевых руд: Монолит / А.Г. Шапарь, А.Ю. Вилкул, П.И. Копач и др. – Д., 2012. – 140 с.
3. Перспективы вовлечения в эксплуатацию техногенных месторождений (на примере Украины и Грузии) / П.И. Копач, Л.В. Якубенко, В.Н. Романенко и др. // Экология и природопользование. – 2013. – Вып. 16. – С. 210-213.
4. Конько О.І., Куріс Ю.В., Грицай В.П. Про комплексну переробку марганцевих шламів // "Вестник НТУ "ХПИ": Нові рішення в сучасних технологіях: Сб. науч. тр. – 2011. – №23. – С. 89-98.
5. Svoboda Jan. 2004. Magnetic Techniques for the Treatment of Materials. Kluwler Academic Publishers, 5-10.

© Зубарев А.И., 2014

*Надійшла до редколегії 12.09.2014 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*