

А.А. ПЕРВУНИНА

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ИСХОДНОГО ПРОДУКТА
НА СЕПАРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПРИ ГРАВИТАЦИОННОМ ОБОГАЩЕНИИ РОССЫПНЫХ РУД**

Вольногорский горно-металлургический комбинат (ВГМК) добывает и перерабатывает титаноциркониевые пески Восточного участка Малышевского месторождения. В настоящее время он приступил к освоению Матроновского участка, для рудных песков которого характерно более низкое содержание тяжелой фракции и меньшая крупность минералов. Опытное обогащение рудных песков этого участка по существующей на обогатительном производстве технологии, показало, что качественно-количественные показатели для данной разновидности песков являются более низкими. Этот факт вызывает предположение о влиянии состава и свойств добываемых титаноциркониевых песков на сепарационные возможности гравитационных конусных сепараторов, используемых для получения коллективного концентрата, и требует отдельного исследования.

Под сепарационной характеристикой, которая определяет разделительные способности обогатительного аппарата, понимают зависимость вероятности извлечения частиц в какой-либо продукт сепарации от разделительного признака [2], которым при гравитационной сепарации является кажущаяся плотность минералов.

Высказывается [2], что сепарационные характеристики неизменны при изменении состава и свойств сепарируемого материала. Однако опыт работы Вольногорского ГМК показывает, что один и тот же сепаратор, в одинаковом режиме работы при сепарации руды различного состава дает различное извлечение тяжелой фракции, что свидетельствует о вероятном изменении сепарационной характеристики [1].

Для изучения влияния состава исходных рудных песков Вольногорского ГМК на сепарационные характеристики конусных сепараторов при получении коллективного концентрата выполнены лабораторные исследования сужающегося желоба, моделирующего работу конусного сепаратора, и произведено сопоставление показателей с результатами, достигнутыми в промышленных условиях. В качестве исходного материала в лабораторных исследованиях использована модельная смесь кварца, ильменита, рутила, циркона, дистена и ставролита, т.е. минералов, входящих в состав рудных песков Малышевского месторождения.

Из промышленного опыта использования конусных сепараторов на обогатительном производстве ВГМК [3, 4], были приняты следующие технологические и конструктивные параметры сужающегося желоба: соотношение твердой

Гравітаційна сепарація

и жидкой фаз (по массе) – 1,5, расход воды – 0,03 л/с, расход пульпы – 0,1 кг/с, угол наклона днища сужающегося желоба – 15°, высота расположения отсека-теля разгрузочного устройства – 1,4 см.

Результаты исследований и их обработки представлены в табл. 1 и на рис. 1-4.

На рис. 1, 2 обозначены извлечения минералов в концентрат: 1 – при $\alpha=5\%$; 2 – при $\alpha=10\%$; 3 – при $\alpha=15\%$; 4 – при $\alpha=20\%$; 5 – при $\alpha=25\%$; 6 – при $\alpha=35\%$; 7 – при $\alpha=40\%$.

На рис. 3,4 обозначены извлечения минералов в концентрат: 1 – при $\alpha=5,02\%$; 2 – при $\alpha=6,07\%$; 3 – при $\alpha=11,17\%$; 4 – при $\alpha=36,65\%$; 5 – при $\alpha=38,48\%$.

Где α – содержание тяжелой фракции в исходном продукте, %.

Таблица 1

Минералы	Плотность минералов, кг/м ³	Извлечение минералов в концентрат, %											
		по данным лабораторных исследований							достигнутые в промышленных условиях				
		При содержании тяжелой фракции, %											
		5	10	15	20	25	35	40	5,02	6,07	11,17	36,65	38,48
Дистен	3350	51,26	62,94	77,06	58,18	58,03	58,23	67,57	36,92	35,95	32,49	18,11	14,02
Ставролит	3680	65,80	74,71	47,88	61,56	64,77	59,04	77,01	42,91	41,96	38,49	22,12	19,52
Ильменит	4150	64,15	77,65	70,12	55,49	61,82	62,76	78,81	56,91	54,96	48,50	33,12	30,53
Рутил	4230	76,53	94,36	84,90	70,80	81,36	78,34	88,58	57,92	56,95	53,50	40,13	40,52
Циркон	4580	62,21	68,42	74,99	73,20	89,96	64,98	82,26	75,02	75,95	62,48	53,06	55,52
Кварц	2670	34,37	13,76	28,07	15,83	19,91	21,97	33,95	6,94	6,35	9,83	1,92	2,31

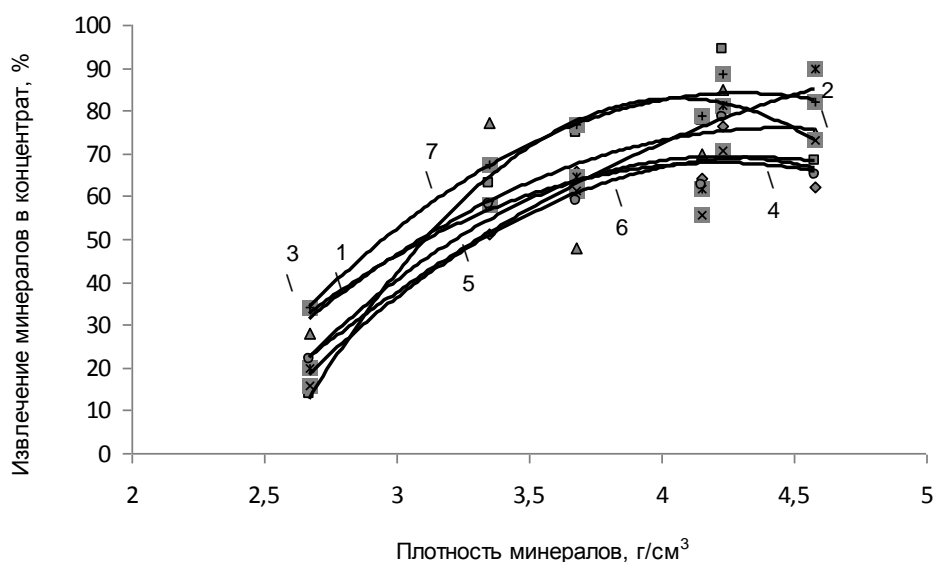


Рис. 1. Зависимость извлечений минералов в концентрат от их плотности по данным лабораторных исследований

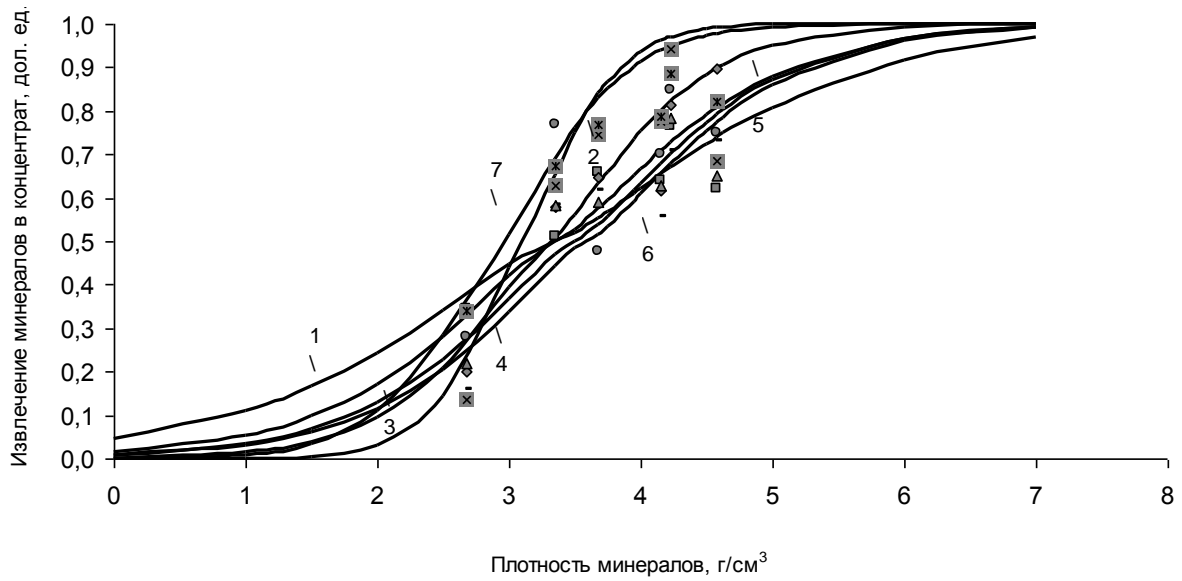


Рис. 2. Сравнение сепарационных характеристик концентрата при обогащении рудных песков с различным содержанием исходного продукта (по данным лабораторных исследований)

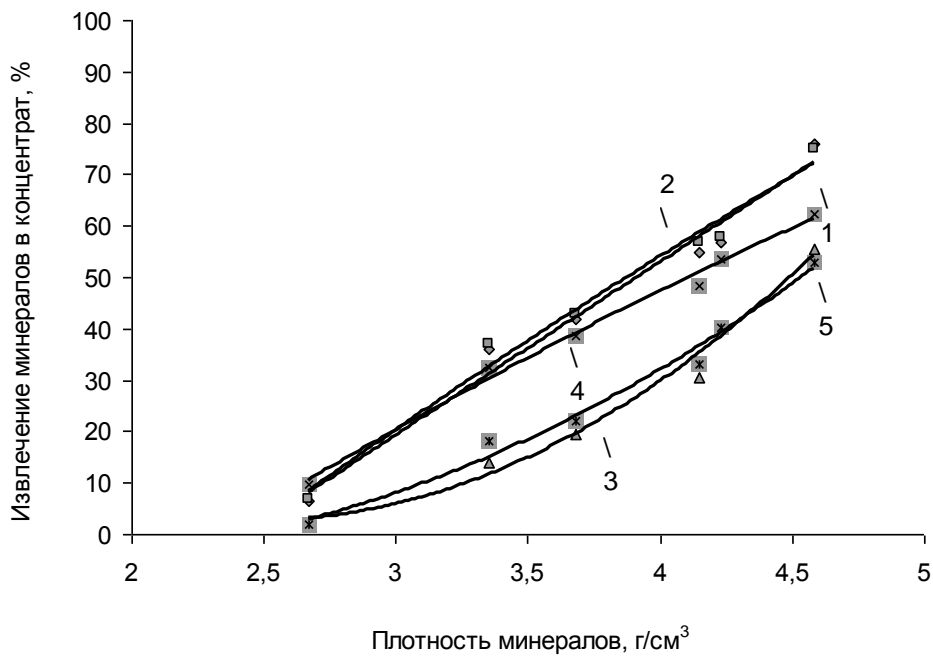


Рис. 3. Зависимость извлечений минералов в концентрат от их плотности по промышленным данным

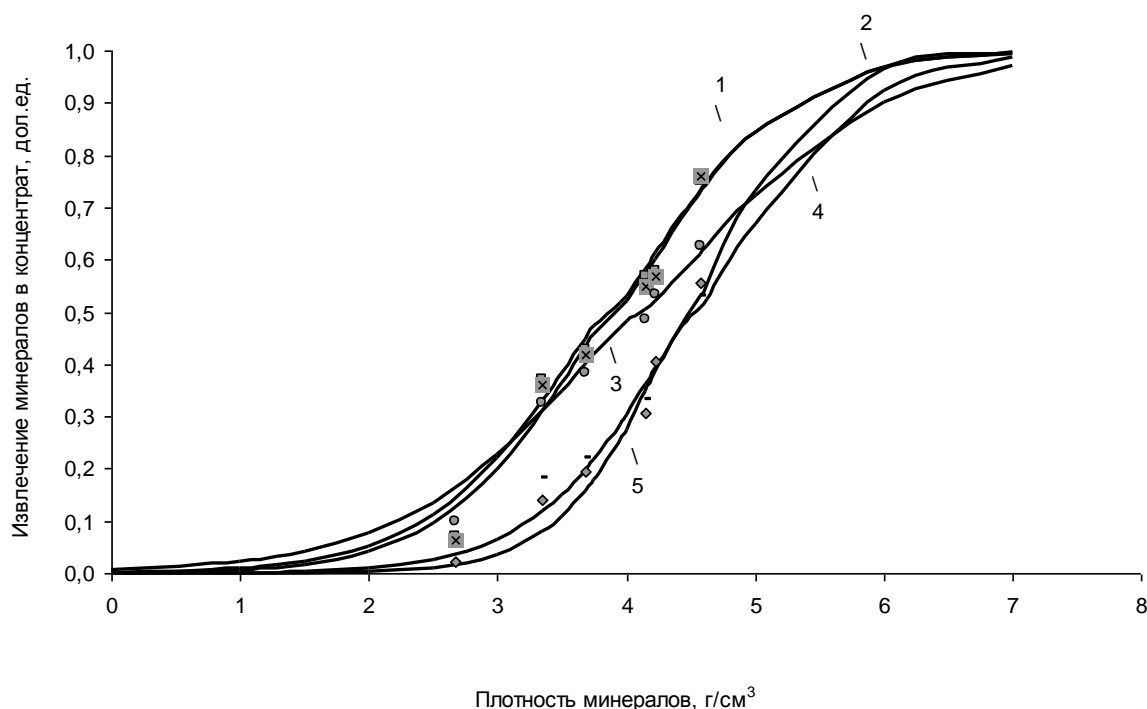


Рис. 4. Сравнение сепарационных характеристик концентрата при обогачении рудных песков с различным содержанием исходного продукта (по промышленным данным)

Данные, приведенные на рис.1 и 3, показывают зависимости извлечения минералов тяжелой фракции в концентрат от их плотности. С увеличением плотности минерала растет его извлечение в продукт сепарации, однако наблюдаются потери минералов меньшей плотности (дистена, ставролита) с хвостами обогатительной операции. На рис. 2 и 4 представлены сепарационные характеристики, описанные интегралом вероятности Гаусса. Анализ рис. 1-4 показывает близость результатов гравитационной сепарации рудных песков, полученных в промышленных и лабораторных условиях.

Из анализа данных табл. 1 и рис. 2, следует, что с увеличением содержания тяжелой фракции с 5 до 40% в исходном продукте наблюдается повышение эффективности разделения (уменьшается среднее вероятное отклонение E_{pm} с 1,33 до 0,54). Однако влияние состава исходного продукта на сепарационные характеристики и плотность разделения незначительно ($R^2=0,1485$ и $R^2=0,0093$ соответственно). Это утверждение доказывает вид кривых, изображенных на рис. 5 и 6.

Табл. 2 и рис. 5 и 6 иллюстрируют зависимость плотности разделения и среднего вероятного отклонения E_{pm} , характеризующего точность сепарации, от содержания полезных минералов в исходном продукте.

Содержания тяжелой фракции в исходном, %		Плотность разделения, кг/м ³		Среднее вероятное отклонение, кг/м ³	
Достигнутые в промышленных условиях	По данным лабораторных исследований	Достигнутые в промышленных условиях	По данным лабораторных исследований	Достигнутые в промышленных условиях	По данным лабораторных исследований
5,02	5	3870	3340	0,78	1,33
6,07	10	3910	3110	0,75	0,40
11,17	15	4110	3350	1,02	0,99
36,65	20	4540	3500	0,7	0,93
38,48	25	4490	3310	0,56	0,70
-	35	-	3590	-	0,92
-	40	-	2950	-	0,54

На рис. 5 и 6 обозначено: 1 – промышленные данные; 2 – результаты лабораторных исследований.

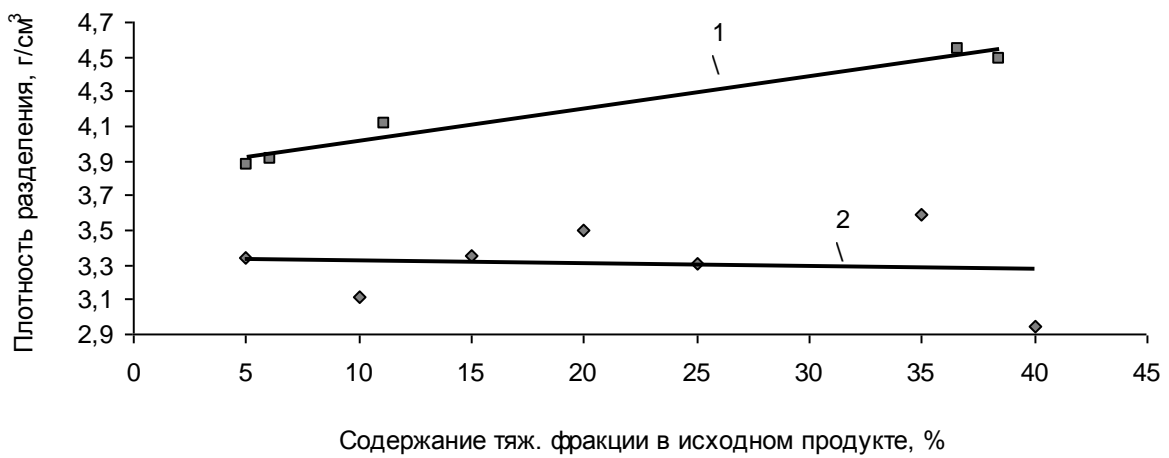


Рис. 5. Залежності щільності розділення від вмісту важкої фракції в вихідному продукті, досягнуті в промишленних умовах і по даним лабораторних досліджень

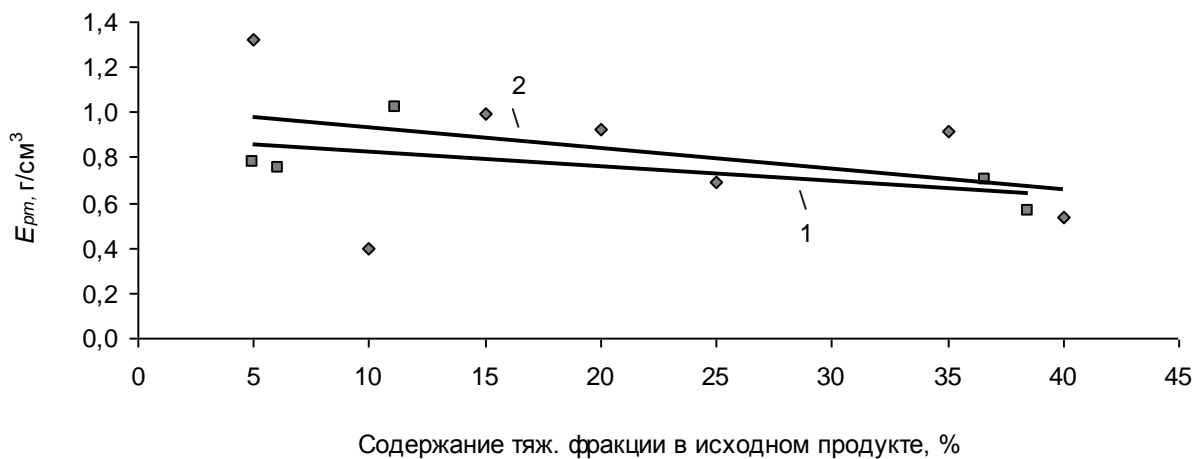


Рис. 6. Залежності середнього ймовірного відхилення від вмісту важкої фракції в вихідному продукті, досягнуті в промишленних умовах і по даним лабораторних досліджень

Гравітаційна сепарація

Из табл. 2 и рис. 5 и 6 следует, что с увеличением содержания тяжелой фракции в промышленных условиях и по данным лабораторных экспериментов плотность разделения растет, а среднее вероятное отклонение уменьшается. Следует отметить, что при максимальном значении содержания тяжелой фракции плотность разделения имеет тенденцию к снижению. Однако влияние состава исходного продукта на плотность разделения в промышленных условиях более точно по сравнению с результатами лабораторных исследований ($R^2=0,9682$ и $R^2=0,0093$ соответственно). Влияние состава исходного продукта на сепарационные характеристики в промышленных условиях также более точно по сравнению с результатами лабораторных исследований ($R^2=0,4105$ и $R^2=0,1485$ соответственно).

Факт изменения среднего вероятного отклонения при обогащении рудных песков различного состава свидетельствует о том, что при гравитационном обогащении на конусных сепараторах сепарационные характеристики связаны с составом обогащаемого материала. Это явление требует отдельного исследования, поскольку установление закономерностей изменения сепарационных характеристик позволит совершенствовать технологию обогащения песков ВГМК и адаптировать ее условиям изменения состава и свойств обогащаемых титаноциркониевых песков.

Список литературы

1. Пилов П.И., Вершинина Н.М., Краснопер В.П. Взаимосвязь показателей обогащения титаноциркониевых песков с содержанием тяжелых минералов // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2009.– Вип. 38(79). – С. 3-9.
2. Младецький І.К., Пілов П.І. Технологічні розрахунки показників збагачення корисних копалин: навч. посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2004. – 156 с.
3. Белогай П.Д., Задорожный В.Г. Конусные сепараторы для обогащения россыпей и руд. – М.: Недра, 1968. – 119 с.
4. Белогай П.Д., Тищенко А.Г. Применение конусных сепараторов в практике обогащения руд и доизвлечения ценных минералов из отвальных хвостов обогатительных фабрик // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2000. – Вип. 8(49). – С. 59-65.

© Первунина А.А., 2013

*Надійшла до редколегії 16.09.2013 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*