

Э. ААСАМЯЭ, М. ВЕЙДЕРМА

## ОЦЕНКА ЭСТОНСКИХ ФОСФОРИТНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ КИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

Существует классификация фосфоритных руд Прибалтийского бассейна с их разделением на четыре типа: чистые, магнезиальные, железистые и железисто-магнезиальные [1]. За основу классификации приняты соотношения масс  $MgO:P_2O_5$  и  $Fe_2O_3:P_2O_5$  в рудах (т. н. магниевый и железистый модули). Требования к качеству фосфоритных концентратов этого бассейна, предназначенных для кислотной переработки, установлены лишь для концентрата Кингисеппского месторождения (МРТУ 6-12-18-75): содержание  $MgO$  и полуторных оксидов ( $R_2O_3$ ) в нем не должно превышать соответственно 2,5 и 3% (при содержании не менее 28%  $P_2O_5$ ).

Фосфориты Эстонской ССР имеют относительно переменный состав, значительно различаются по содержанию примесей и получаемые из них концентраты. Как известно, при кислотной переработке фосфатного сырья вредными примесями являются прежде всего соединения железа и алюминия (полуторные оксиды), а также магния. С целью оценки пригодности концентратов эстонских фосфоритов для кислотной переработки в фосфорные и сложные удобрения нами представлена их классификация с учетом содержания вышеуказанных вредных примесей.

Учитывая, что в эстонских фосфоритах, как правило, содержание  $Fe_2O_3$  составляет более 75—80% суммы полуторных оксидов, можно ограничиться определением лишь  $Fe_2O_3$  и  $MgO$ .

При установлении критерия пригодности сырья необходимо было выделить из числа железосодержащих минералов пирит, поскольку последний, в отличие от большинства других железосодержащих минералов природных фосфатов, практически не растворяется в средах, образующихся при серно- и фосфорнокислотной переработке природных фосфатов, и входит в состав нерастворимого балластного остатка. При азотнокислотных методах переработки фосфатного сырья пирит, наоборот, интенсивно реагирует с кислотой и этим вызывает выделение оксидов азота, вспенивание пульпы и другие неблагоприятные явления. Содержание пирита в эстонских фосфоритах достигает иногда 80% от общего количества железосодержащих минералов (в пересчете на  $Fe_2O_3$ ).

Таким образом, при характеристике эстонских фосфоритов необходимо отдельно представить содержание как сульфидных железосодержащих минералов (т. н. пиритное железо), так и железа в виде других минералов — гидроксидов, глауконита, фосфатов, сульфатов и др. (непиритное железо). Различные формы железа можно установить по данным определения в фосфорите общего железа, общей и сульфатной серы (%) [2] по следующим формулам:

сульфидная сера ( $SO_3$ ) = общая сера ( $SO_3$ ) — сульфатная сера ( $SO_3$ ), %

$$\text{пиритное железо (Fe}_2\text{O}_3) = \frac{\text{сульфидная сера (SO}_3) \times 160}{4 \times 80},$$

непиритное железо ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) = общее железо ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) — пиритное железо ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Данные анализов флотационных фосфоритных концентратов, полученных в заводских условиях (месторождения Маарду), при опытно-промышленных испытаниях или в лабораторных условиях (новые месторождения — Тоолсе, Азери-Сака, Раквере\*), свидетельствуют о значительных колебаниях содержания примесей как по месторождениям, так и в пределах одного месторождения (табл. 1).

На основе результатов лабораторных исследований процессов переработки эстонских фосфоритов серной и фосфорной кислотами установлено [3-8], что для получения из них концентрированных фосфорных и сложных удобрений стандартного качества модули примесей в концентратах не должны превышать следующие величины:

а) при получении двойного суперфосфата с применением экстракционной фосфорной кислоты из кольскового апатита: модуль непиритного железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$  — до 4—5%, магния  $\text{MgO} : \text{P}_2\text{O}_5$  — до 8—9%, комплексный модуль (сумма указанных двух модулей) — до 12—14%;

б) при получении аммофоса и сернокислотной нитроаммофоски: модуль непиритного железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$  — до 7—8%, магния  $\text{MgO} : \text{P}_2\text{O}_5$  — до 15—16%, комплексный модуль — до 20—22%.

При азотнокислотной переработке фосфоритов наиболее важен модуль пиритного железа, который должен иметь минимальное значение. Однако предварительным обжигом фосфорита либо введением в процесс специальных добавок можно устранить отрицательное влияние пиритного железа [9-11].

В соответствии с полученными данными эстонские фосфоритные концентраты, с точки зрения пригодности для процессов кислотной переработки, разделены на 8 типов (табл. 2), из них 4 относятся к простым, 4 — к сложным разновидностям концентрата (последние отличаются повышенным значением двух или трех модулей). Пиритовым типом считаются концентраты, у которых более 50% общего железа представлено пиритом и модуль пиритного железа составляет свыше 5%. Ферроидными названы такие концентраты, у которых модуль непиритного железа 5—8%.

Среди изученных фосфоритных концентратов различных месторождений наиболее часто встречаются следующие типы:

- Маарду — пиритовый,
- Тоолсе — пиритовый и ферроидный,
- Азери-Сака — пирито-магнезиальный,
- Раквере — ферроидно-магнезиальный.

Таблица 1

Показатели фосфоритных концентратов

Месторождение	Содержание $\text{P}_2\text{O}_5$ , %	Модули, %		
		$\text{MgO} : \text{P}_2\text{O}_5$	пирит. $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$	непирит. $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{P}_2\text{O}_5$
Маарду	24—31	1—5	5—11	1,3—3
Тоолсе	22—29	3—12	3—13	2,4—10
Азери-Сака	24—30	7—16	0,7—14	3,1—6
Раквере	24—30	6—16	0,4—7	3,4—6

\* Фосфоритные концентраты новых месторождений получены Государственным научно-исследовательским институтом горнохимического сырья и Управлением геологии ЭССР.

Классификация фосфоритных концентратов

Тип (разновидность)	Модули, %		
	магния $MgO : P_2O_5$	пиритного железа пирит. $Fe_2O_3 : P_2O_5$	непиритного железа непирит. $Fe_2O_3 : P_2O_5$
<b>Простые</b>			
Чистый	0—9	0—5	0—5
Ферроидный	0—9	0—5	5—8
Пиритовый	0—9	>5	0—5
Магнезиальный	9—16	0—5	0—5
<b>Сложные</b>			
Ферроидно-пиритовый	0—9	>5	5—8
Ферроидно-магнезиальный	9—16	0—5	5—8
Пирито-магнезиальный	9—16	>5	0—5
Ферроидно-пиритомагнезиальный	9—16	>5	5—8

В двух образцах концентрата Тоолсеского месторождения величины модулей превышают значения, которые в классификации даются как предельные. Ферроидно-пиритовый тип концентрата не обнаружен.

Для получения двойного суперфосфата наилучшим сырьем являются чистый и пиритовый типы концентрата. При получении аммофоса и сернокислотной нитроаммофоски могут быть с успехом использованы также ферроидный, магнезиальный и пирито-магнезиальный типы концентрата. Применение концентратов ферроидно-магнезиального и ферроидно-пирито-магнезиального типов при получении удобрений связано с большими трудностями, и этот вопрос требует дальнейшего изучения. Для азотнокислотной переработки наиболее подходящим сырьем служат непиритные типы концентратов.

Наиболее пестры по составу и значению модулей концентраты месторождений Ракверы и Азери-Сака (по четыре типа). Поэтому уточнение распространения руд отдельных типов, также как и разработка более эффективных способов и режимов их обогащения, представляется задачей первостепенной важности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Загураев В. Г., Хазанович К. К., Шувалова Н. К. Предварительная классификация геолого-промышленных типов ракушечных руд Прибалтики. Горнохим. пром-сть. Науч.-техн. реф. сб. (НИИТЭХИМ), вып. 2. М., 1982, 1—3.
2. Окнина В. А. Методы химического анализа фосфатных руд. М., 1961.
3. Аасамяз Э. Э., Вейдерма М. А. Получение экстракционной фосфорной кислоты и двойного суперфосфата из фосфоритных концентратов месторождения Тоолсе. — Хим. пром-сть, 1978, № 3, 193—196.
4. Аасамяз Э. Э., Вейдерма М. А., Ребане А. И. Получение аммофоса и нитроаммофоски из фосфоритов месторождения Тоолсе. — Хим. пром-сть, 1979, № 12, 722—724.
5. Аасамяз Э. Э., Вейдерма М. А. Получение экстракционной фосфорной кислоты и аммофоса из тоолсеских фосфоритных концентратов различной степени обогащения. — Хим. пром-сть, 1982, № 7, 406—408.
6. Аасамяз Э., Вейдерма М., Ребане А. Исследование переработки фосфоритов месторождения Азери в двойной суперфосфат. — Изв. АН ЭССР. Хим., 1979, 28, № 3, 198—203.
7. Аасамяз Э., Вейдерма М., Ребане А. Исследование получения фосфорной кислоты и сложных удобрений из фосфоритов месторождения Азери. — Изв. АН ЭССР. Хим., 1979, 28, № 3, 204—209.

8. Аасамяэ Э., Вейдерма М. Состав и кислотная переработка фосфорита участка Рягавере. — Изв. АН ЭССР. Хим., 1982, 31, № 3, 169—174.
9. Аасамяэ Э. Э., Вейдерма М. А., Кудрявцева Е. Н. Исследование азотнокислотного разложения тоолсеского фосфорита. — Тр. Таллин. политех. ин-та, № 479. Неорг. химия и технология, I. Таллин, 1980, 3—11.
10. Вескимяэ Х. И., Вейдерма М. А., Аасамяэ Э. Э., Куусик Р. О. Исследование обжига и азотнокислотного разложения обожженных фосфоритов Эстонской ССР. — Тр. Таллин. политех. ин-та, № 479. Неорг. химия и технология, I. Таллин, 1980, 13—20.
11. Комплексная азотнокислотная переработка фосфатного сырья. Под ред. А. Л. Гольдинова и Б. А. Копылева. Л., 1982, 58.

Таллинский политехнический институт

Поступила в редакцию  
1/II 1983

E. AASAMAE, M. VEIDERMA

### EESTI FOSFORIIDIKONTSENTRAATIDE KUI HAPPELISE TÖÖTLEMISE TOORAINE HINNANG

Artiklis on esitatud Eesti fosforiidikontsentraatide liigitus (8 liiki), mis põhineb fosforiidis esinevate lisandite (magneesiumi, püriitse ja mittepüriitse raua ühendid) ja  $P_2O_5$  suhete (nn. moodulite) erinevusel, seega tooraine sobivusel mineraalväetiste valmistamiseks.

E. AASAMAE, M. VEIDERMA

### EVALUATION OF ESTONIAN PHOSPHORITE CONCENTRATES AS RAW MATERIAL FOR ACIDULATION

Estonian phosphorite concentrates as raw material for producing mineral fertilizers are divided into 8 groups. As a basis for the arrangement, the weight ratios of the magnesium, pyritic and nonpyritic iron content to  $P_2O_5$  (modules) have been used.