

А.С. КИРНАРСКИЙ, д-р техн. наук
(Германия, "Инжиниринг Доберсек ГмБХ")

ОБОГАЩЕНИЕ ФОСФАТОВ В ТУНИСЕ

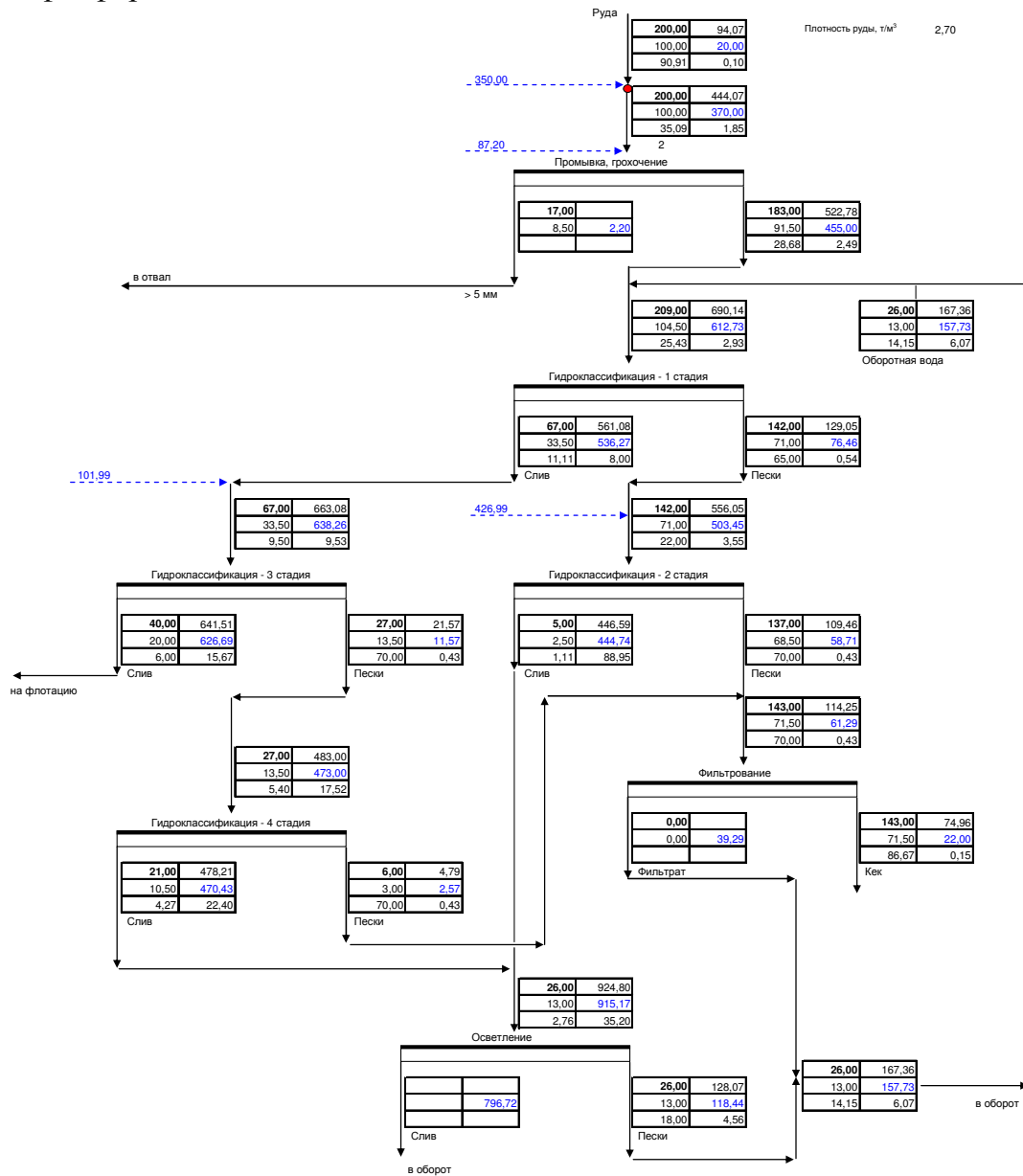
В Тунисе залежи фосфоритов впервые были обнаружены в 1885 году французским геологом Ф.Томасом. Десять лет спустя началась промышленная разработка фосфоритов. В начале XX века добыча этого минерального сырья в стране составляла уже 200 тыс. т в год. Сегодня в Тунисе осуществляется обширная программа развития промышленного сектора по производству фосфатного сырья, экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) и минеральных удобрений. Достоверные запасы тунисской фосфоритовой руды оцениваются цифрой в 300 млн т. В настоящее время годовой объем добычи фосфатов достигает 8,5 млн т. По содержанию пентоксида фосфора (17...21%) рядовая руды относится к категории бедных. По уровню экспорта фосфорной кислоты и тройного суперфосфата Тунис занимает второе, а по сложным минеральным удобрениям типа диаммонийфосфата (ДАФ) – третье место в мировой фосфатной иерархии. Тунисские фосфаты обладают повышенной растворимостью с лимонной кислотой, поэтому они хорошо востребованы в качестве фосфоритовой муки в европейских странах. Выход класса +0,05 мм в такой муке менее 10%, а класса -0,025 мм более 50%.

Разработка месторождений осуществляется исключительно открытым способом. От шахт отказались по причине их неконкурентоспособности по сравнению с карьерами. Производительность карьеров равна 1-4 млн т в год. При очистке забоя получила распространение циклично-поточная система. Наряду с автотранспортом применяется ленточные конвейеры. В Метлауи доставляют конвейером руду с рудника Кеф-эс-Шфер, расположенного в 10 км к северо-востоку. Мощность пластов, в частности в районе Гафзы на формации Метлауи, составляет 3-6 метров. Фосфаты Гафзы принадлежат к группе франколитов.

Обогащение рядовой руды осуществляется сухим и мокрым способами. В обоих случаях основная технологическая задача сводится к удалению шлама крупностью -0,07 мм. Сухая технология обогащения включает дробление, сушку и обеспыливание. При мокром обогащении назначают разделение по крупности и смачиваемости. Флотация применяется только для дообогащения шламов. В некоторых случаях устанавливаются оттирочные машины. Водно-шламовая схема типичной фосфоритовой обогатительной фабрики представлена на рисунке. Предварительное дробление и грохочение имеют место в карьере. Как видно из рисунка, на первом этапе руда промывается посредством скруббер – бутары при значительном разжижении пульпы, отношение Ж:Т в которой более 2. После удаления надрешетного продукта бутары +5 мм в отвал материал подвергается четырехстадиальной гидроклассификации в гидроциклонах, при этом содержание твердого в питании основной гидроклассифика-

Загальні питання технології збагачення

ції – 25,43%, а заключительной контрольной (4-я стадия) – 5,4%. Слив гидроклассификации третьей стадии, твердая фаза которой на 90% состоит из тонких частиц глины и кремнезема крупностью – 0,07 мм, ранее сбрасывалась в хвостохранилище, а в настоящее время подвергается флотации, так как содержание P_2O_5 в шламах 15-17%. Пески второй, перемывочной, стадии гидроклассификации обезвоживаются на ленточных вакуум – фильтрах и без термической сушки железнодорожным транспортом транспортируются на химические заводы в Сфаксе, Мдилла, Габес и Сххира. Фосфоритовый концентрат, химический состав которого сведен в таблицу, отличается значительным содержанием пятиоксида фосфора (P_2O_5), достигающим 29%, что предопределяет рентабельность процесса по таким технологическим показателям как выход и крепость экстракционной фосфорной кислоты.



Водно-шламовая схема обогащения фосфоритовой руды в Тунисе

Загальні питання технології збагачення

Отличительная особенность данного сырья – оптимальное содержание диоксида углерода (6...7%). Именно такой уровень CO_2 обеспечивает высокую реакционную способность фоссырья. Полуторные оксиды не превышают 1%, а хлориды вообще отсутствуют в продукте обогащения. Кальциевый модуль ($\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$) такого сырья на уровне 1,71, что особенно благоприятно для последующей экстракции фосфорной кислоты с точки зрения пониженного пенообразования.

Химический состав фосфатового концентрата

Химические соединения	Содержание, %
P_2O_5	28...29
SO_3	3...4
CO_2	6...7
SiO_2	2,5...3,6
CaO	48...50
MgO	0,6...0,7
Fe_2O_3	0,3...0,4
Al_2O_3	0,4...0,6
Na_2O	1,2...1,4
K_2O	0,1...0,14
F	3,0
$\text{C}_{\text{орг}}$	1,0

При таком содержании P_2O_5 получают ЭФК по крепости на уровне 29%. Повышение качества сырья возможно за счет кальцинации. Так, обжиг концентрата в течение 30-60 минут при температуре 954,4 °C в электрической муфельной печи позволил поднять содержание P_2O_5 с 28,3 до 34,2% [1]. В то же время, стоимость обожженного концентрата делает процесс малорентабельным, поэтому принято решение работать на мытом механически обезвоженном сырье.

Выводы

1. Рудоподготовка тунисских фосфатов имеет место в карьере.
2. Обогащение руды осуществляется по крупности за счет многостадийного гидроциклонирования.
3. Дообогащение илистых шламов производится флотацией.
4. Качество концентрата наиболее полно удовлетворяет требованиям последующей технологии экстракции фосфоритовой кислоты.

Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность директору научно – исследовательского департамента концерна "GROUPE CHIMIQUE TUNISIEN" господину Амину Фурати за помощь и полезные советы при написании данной статьи.

1. Redeker I.H. Upgrading of Gafsa phosphate by calcining // Minerals Research Laboratory. – 1971. – January, Book 273, – P. 1-15.

© Кирнарский А.С., 2013

Надійшла до редколегії 18.12.2013 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим