

УДК 622-133

**«ТЕХНОГЕННЫЕ РУДЫ» - НОВЫЙ ВИД
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**Доктор техн. наук
Канд. техн. наукВ.К.Бишимбаев
М.А.Адырбеков
Ш.Б.Крикбаева

Приводятся данные исследования техногенных отходов после разработки фосфоритного месторождения. Проведен качественный, количественный анализ источников получения вторичной продукции. Определены перечень и содержание ценных компонентов и вредных примесей.

«Техногенные руды» - это огромные горы (терриконы), вынутых из недр земли бедных руд и горных пород вскрыши и отвалы промышленных отходов, после извлечения основных полезных компонентов.

Обследованы 14 отвалов (это 1/25) из общего количества отвалов (только сланцев и забалансовых руд). К примеру, на руднике «Жанатас» имеется около 28 отвалов, которые включают в себя отвалы пустой породы (вскрыши), сланцев, забалансовых руд и кремней.

Для того, чтобы добыть одну тонну фосфоритовой руды необходимо вывезти из карьера 2/3 вскрышных пород, столько же сланцев, кремней и доломитизированных известняков, которые сопутствуют добыче, составляя основной материал «техногенных» руд.

Фосфоритные месторождения бассейна приурочены к отложениям нижнего палеозоя, представленным песчаниками каройской серии. В нижней части последней выделяется фосфоритиносная Чулактауская свита мощностью до 100м, представленная доломитами, кремнистыми фосфоритами и фосфоритами.

Фосфориты Каратауского бассейна пластовые, хемогенные, образовавшиеся в результате осадочных процессов в условиях морского дна. Преобладают фосфориты зернистой и оолитовой структуры.

Все пачки фосфоритной серии бассейна Каратау с минералогической точки зрения состоят из трех основных ингредиентов: фосфата, кремнезема и карбоната. Фосфат, сконцентрированный в зернах, оолитах и частично в цементирующем материале, представлен фторкарбонаталатитом, который в метаморфизованных разностях переходит во фторалатит. Минералы нерастворимого остатка представлены главным образом, халцедоном кварцем, полевым шпатом, слюдой, серицитом, вторичным кварцем. Из карбонатов в рудах больше

всего доломита. В тектонических нарушениях и поверхностных выветренных зонах пластов встречается кальцит. Доломит в основном представлен в виде цемента, значительная его часть находится в виде мелких неправильной формы включений, (напоминает ракушечник и гальку), в фосфатном и кремнистом цементе, а также в фосфатных зернах и оолитах. В таблице 1 приведен полный химический состав отдельных технологических проб фосфоритов из трех крупнейших месторождений бассейна Каратау [1].

Таблица 1

Химический состав отдельных проб фосфоритов бассейна Каратау
[% (масс.)]

Компоненты	Месторождение Аксай	Месторождение Чулактау		Месторождение Джанатас		
		Проба К-16	Проба В-18	Верхний пласт К-16	Средний пласт К-26	Нижний пласт К-61
1	2	3	4	5	6	7
F ₂ O ₅	23,48	23,78	28,48	31,26	18,25	27,00
CO ₂	9,95	9,99	8,05	3,1	5,40	9,91
SO ₃	0,52	0,18	0,32	2,27	0,50	0,30
F	2,17	1,73	2,60	2,78	1,35	2,45
CaO	40,55	38,13	46,29	46,19	30,87	43,51
MgO	4,56	4,55	3,88	0,13	0,22	3,20
MnO	Следы	-	0,29	-	-	-
R ₂ O	0,88	-	-	0,40	0,64	0,16
FeO	0,42	-	-	0,50	0,28	1,16
Fe ₂ O ₃	1,23	1,80	2,74	2,56	1,76	2,33
Al ₂ O ₃	1,60	0,85	0,59	0,55	2,59	0,07
SiO ₂	9,93	-	6,44	8,28	35,90	8,22
н.о.*	11,10	19,18	6,82	8,81	36,98	8,89
FeS	-	-	1,13	0,18	Следы	0,90
H ₂ O	3,08	-	0,60	2,33	1,66	0,33
Сумма I	98,37	100,19	101,41	100,54	99,62	99,54
O ₂ соответствующий F ₂	0,91	0,73	1,09	1,17	0,57	1,03
Сумма II	97,46	99,46	100,32	99,37	99,05	98,51

Из приведенных данных следует, что кроме отмеченных ниже основных компонентов, в фосфоритах содержатся в заметных количествах и сопутствующие соединения, в частности следующие:

FeO, содержание которого в фосфоритах Каратау составляет от 0,2 до 1,56% (до 2,06% - в кремнистых разностях фосфоритов Жанатас), часть FeO частично входит в состав фосфатного вещества фосфоритов;

Fe₂O₃ частично входит в состав фосфатного вещества в виде пигмента-гидроксида железа. Отмечается, также, наличие отдельных включений Fe₂O₃ и гидроксидов железа, заполняющих трещины и прожилки. Содержание Fe₂O₃ изменяется от 0.15 до 2.96%. Встречается в прослойках «железо-марганцевого горизонта».

MnO- содержание которого в фосфоритах Чулактау изменяется от 0.1 до 0.7%. Содержание MnO в фосфоритах Жанатас изменяется от 0.02 до 0.09%, достигая в отдельных разностях 0.71%; общее количество окислов натрия и калия составляет от следов до 0.88%, в отдельных пробах кремнистых фосфоритов Жанатас достигает 3.64%. Встречается в прослойках «железо-марганцевого горизонта».

Al₂O₃, повышенное содержание которого, наряду с оксидами железа, калия и натрия характерно для кремнистых фосфоритов. Содержание Al₂O₃ в нерастворимом остатке руды - 11.68%. Эти оксиды образуют сложные алюмосиликатные соединения;

Сера в фосфоритах Каратау находится в виде сульфатов и пирита (марказита); содержание SO₃ изменяется 0.18 до 2.27%. Значительная часть сульфатной серы входит в состав фосфатного вещества фосфоритов. Пирит в большом количестве содержится в глубоких зонах фосфоритной пачки в виде тонкодисперсных кристалликов. Выше уровня подземных вод пирит окисляется. Содержание пирита в отдельных пробах фосфорита достигает 1.26%.

Углерод органического происхождения присутствует в фосфоритах Каратау в небольших количествах, входя в состав фосфатного вещества; в отдельных пробах содержание органического углерода в фосфатном веществе достигает 0.4;

Редкоземельные элементы (до 0.1%), стронций (до 0.2-0.3%), свинец (тысячные доли процента) присутствуют постоянно в незначительных количествах в фосфоритах Каратау.

На каждой стадии переработки к фосфатному сырью предъявляются определенные требования (табл. № 2). Поскольку последние существенным образом влияют не только на технологию подготовки фосфатного сырья к переработке, но и на технологию добычи.

В таблице 2 приведены параметры, ограничивающие добычу, так как усложнились и стали многообразнее требования к качеству фосфатного сырья, а это в свою очередь, опять -таки увеличивает отвалы, тем самым, пополняя его объемы. Большое значение придается наличию вредных примесей серы, щелочных элементов, содержащихся в пропластках, глинистых сланцев в общей толще фосфоритного пласта.

Возможность использования «техногенных» руд в народном хозяйстве изучалось мало. Были частично использованы отвалы пустых пород (доломиты, доломитизированные известняки) в качестве «мелочи»

Основные требования к фосфатному сырью бассейна Каратау

Способ переработки	Виды сырья	Содержание, %						Гранулометрическая характеристика в мм ³			
		P ₂ O ₃	HO=SiO ₂ +Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CO ₂	УКП	70-10	10-1	1-0.16	0.16
		Не менее	Не более				Не менее				
Кислотный	Форфоритная руда или фосконцентрат	24.5-28	-	3	3.5	8	-	-	-	Не >14	Не <88
Гидротермически	Форфоритная мука или фосфорконцентрат	26.7-28	15-18	3	2.2	6	-	-	-	Не >14	Не <86
Термический	Товарное фосфатное сырье		-	3			-	-	-		
	а) мелкие фракции (класс крупности 0-10мм)	21	25	3			-	-	Не <95		
	б) кусковое сырье (класс крупности 10-70мм)	21	25	3			-	Свыше 70мм не >5	Не >5		
	в) кусковое флюсующее сырье	2	Не менее 80	3	-	-	105	Свыше 70мм не >5	Не >5		
УКП – универсальный комплексный показатель (УКП)=3.7 P ₂ O ₃ -1.1 HO-3.2 (Fe ₂ O ₃ 2.5)											

для покрытия автодорог в карьерах, разработана и внедрена технология производства товарных фосфоритов из забалансовых руд и фосфато-кремнистых сланцев отвала № 2 («Западный» и «Восточный») рудника «Жанатас». Изучались свойства кремней, применительно к электротермической переработке в качестве флюса при электровозгонке фосфора.

Сроки складирования исследуемых отвалов идут от начала отработки этих месторождений. Технология складирования отвалообразования с применением бульдозеров – поярусное, высотой подъяруса от 15 до 35 м., с уклоном $\leq 3^\circ$.

Технология процесса в результате которого образовались отходы – это добыча, отсортировка некондиционных руд.

Геология отходов: изометрично-вытянутой формы, кусковатой (обломочной) структуры, т.е. это дробленая горная масса класса 0.7-1.2 м.

Основные минералы: фосфорсодержащие фторкарбонаталатит с высоким фторфосфатным коэффициентом – 0.01-0.01; карбонаты – кальцит, доломит, минералы кремнистого ряда - халцедон, кварц.

Второстепенные: гидроокислы железа и алюминия.

Попутные: редкие земли иттриевой группы (иттрий, иттербий, радодонит (сумма 0.04-0.15%), стронций – 0.2).

Для выяснения минерально-петрографического состава на 12 отвалах (геологической службой АО «Каратау») проведены опробования, отбор проб производился «бороздой», сечением 3x10, интервал 2.0 м.

Минерально-петрографический состав включает в себя следующие компоненты (по НО):

1. Фосфорит высококачественный – 17.5%
2. Фосфорит рядовой – 38.9%
3. Сланцы кремнисто-глинистые – 43.3%
4. Карбонаты – 4.1%
5. Кремень – 5.7%.

Химическими анализами были определены перечень и содержание ценных компонентов и вредных примесей.

Химический состав силикатной части определяется по формуле:

$$SiO_2 = 0.9505xHO - 0.147 = 78.3x0.9505 - 0.147 = 74.3$$

Ежегодно при отработке фосфоритных руд попутно добывается 2-2,3 млн. тонн фосфатно-кремнистых сланцев, складированных в спецотвалы, запасы которых на рудниках «Жанатас» и «Жокджон» при постоянном обновлении оцениваются в несколько миллионов тонн.

Поисковые опыты показали, что добавка этих руд и пород, содержащих до 50% нерастворимого остатка в высококарбонатное сырье повышает механическую прочность выработанных из него окатышей и агломератов. Для установления возможности их использования в качестве флюса при электровозгонке фосфора, а также для определения влияния на

Перечень и содержание ценных компонентов и вредных примесей

Компоненты	Кремни Жанатас забалан- Совые-3	Месторождения Жанатас						Кок-СУ		Месторождение Жанатас	
		3	2з/б	2 «вос»	2 «зап»	4а	7	№1	10	4 «сл»	4-С3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P ₂ O ₅	3,6	16.6	19.0	13.9	14.2	14.7	14.1	18.4	7.0	15.2	16.1
CO ₂	2.6	3.5	5.9	3.8	6.4	3.7	3.57	8.2	3.18	3.5	3.9
SO ₃	0.19	0.71	0.61	0.69	0.65	0.31				0.61	0.36
CaO	10.1	23.7	27.3	28.3	29.1	26.1		31.9	19.8	27.9	26.1
MgO	1.3	0.9	1.8	1.6	1.8	1.2	1.87	2.59	0.76	1.3	1.3
Fe ₂ O ₃	1.4	1.63	1.3	1.75	1.84	1.57		0.6	1.5	1.6	1.64
Al ₂ O ₃	0.8	1.49	1.2	1.44	1.45	1.69		0.6	0.8	1.3	1.73
SiO ₂	74.3	-	-	-	-						
H ₂ O.*	-	47.1	35.3	48.7	50.2	50.1	51.0	33.42	72.97	47.1	50.8
K ₂ O	0.2	0.98	0.75	0.93	0.9	0.79				0.85	0.83
Na ₂ O	0.07	0.35	0.35	0.31	0.33	0.26				0.31	0.24

окружающую среду проводились опробование и испытания их технологических свойств.

В соответствии с геолого-маркшейдерскими материалами и планами опробования на отвалах № 4 «нулевой» карьера «Северо-Западный» и № 2 участок «Восток» карьера «Центральный» пройдены геологические каналы суммарной протяженностью 1712 пог.метров и отобрано 428 частных проб. Частные пробы согласно методике обработки обрабатывались по многостадийной схеме подготовки для определения содержания в них P_2O_3 и нерастворимого (Н.О.). Результаты химического анализа проб приведены на планах опробования отвалов. По полученным данным частные пробы объединялись. Из объединенных частных формировались укрупненные технологические пробы, на которых проводился комплекс исследования.

Объем заскладированных фосфато-кремнистых пород отвала № 4 «Северо-Западного» карьера месторождения «Жанатас» составляет 2.7 млн тонн. Химический состав характеризуется следующим содержанием компонентов, в %:

P_2O_3 - 19.18; Н.О.-31.57; M_gO - 1.99; CO_2 - 6.0;
 CaO - 31.31; Fe_2O_3 - 1.66; Al_2O_3 - 1.63; SO_3 - 0,6;
 K_2O - 0,82; Na_2O - 0.41.

Таблица 3

Литологический состав пород отвале

Литологические разновидности	Выход в %		
	К1+2, Проба № 1	К3+4, проба № 2	Среднее по отвалу
1	2	3	4
Фосфорит высококачественный	17.7	28.9	23.3
Фосфорит рядовой	43.1	15.0	39.1
Сланцы глинистые	13.2	15.0	14.1
Сланцы фосфато-кремнистые	7.5	4.9	6.2
Карбонатная порода	8.5	5.2	6.9
Кремень	10.0	10.9	10.4
Итого:	100.0	100.0	100.0

Литологический состав представлен на 62.4% фосфоритами рядовыми и высококачественными, на 20.3% - сланцами глинистыми и фосфато-кремнистыми, на 10.4% кремнями и 6.9% карбонатными породами. Такой литологический состав не позволяет использовать

данные породы для подшихтовки в производстве товарных фосфоритов без предварительного отсева мелочи класса крупности-10мм и суспензионного обогащения. К тому же среди высококачественных разновидностей встречаются фосфориты сугубо карбонатного типа, не пригодные для электротермической переработки без глубокой термопереработки. Гранулометрический состав пород отвала характеризуется следующими данными:

Таблица 4
Гранулометрический состав пород в отвале

Гранулометрические классы (мм)	Выход в %
1	2
-70+50	10.1
-50+25	21.9
-25+10	26.7
-10	41.3
-70+0	100.0

Как видно из данных таблицы 2 в гранулометрическом составе 41.3% приходится на класс крупности -10мм. При его отсеве товарная фракция +10-70мм обогащается по содержанию P_2O_5 на 0.5%, а понерастворимому остатку снижается почти на 2% (таблица 3).

Таблица 5

Распределение химических компонентов в мелкой и товарной фракциях фосфато-кремнистых пород

Гранулометрические классы (мм)	Выход в %	Химический состав, %									
		P_2O_5	H ₂ O	MgO	CO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-70+10	58.7	19.44	30.1	2.25	6.61	31.81	1.44	0.99	0.64	0.68	0.54
-10+0	41.3	18.81	33.6	1.61	5.14	30.59	2.52	2.52	0.55	1.03	0.22
-70+0	100.0	19.18	31.5	1.99	6.0	31.31	1.66	1.62	0.6	0.82	0.41

Форма нахождения ценных компонентов: в виде оолитовых зерен и тонкодисперсных включений в кремнисто-карбонатном цементе. Характер пространственного распределения ценных компонентов-зерна, либо цементирующее вещество равномерной крупности.

Экономически целесообразным и перспективным направлением может стать использование «техногенных» руд в горной промышленности и в народном хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А.И. «Вещественный состав и условия формирования основных типов фосфоритов». М.: Недра. 1972.
2. Крутихин Г.А. «Подземная разработка фосфоритов Каратау» Алма-Ата. «Казахстан» 1982.
3. Шумаков Н.С., Талхаев М.П., Ковалев О.С. и др. «Термическая обработка и окускование фосфатного сырья». Москва. Химия. 1987.
4. Геология СССР. Том XV. Геология и гидрогеология Южного Казахстана.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

“ТЕХНОГЕНДЫ КЕНДЕР” – ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫҢ ЖАҢА ТҮРІ

Техн.ғыл. докторы
Техн.ғыл. канд.

У.Қ. Бишімбаев
М.А. Адырбеков
Ш.Б. Қрықбаева

Фосфорит кендерін өндіру нәтижесінен шыққан техногенды қалдықтары зерттелген. Қосымша өнім алу үшін, қалдықтарды есепке алып, сапасы анықталған. Олардың құрамындағы бағалы және зиянды заттар анықталған.