

РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН
НАВОЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ
НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи
УДК 622.7.765.2

ДОНИЯРОВ НОДИРЖОН АБДИХАКИМОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ НИЗКОСОРТНЫХ ФОСФОРИТОВЫХ
РУД ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ**

Специальность 05.15.08 – «Обогащение полезных ископаемых»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

НАВОЙ – 2010

Работа выполнена в Навоийском государственном горном институте

Научный руководитель: докт. техн. наук, проф. Абдурахмонов Сойиб

Официальные оппоненты:

доктор химических наук, профессор Шарипов Хасан Турапович

кандидат технических наук, доцент Холматов Мирахмад Махаммадович

Ведущая организация: Ташкентский государственный технический университет имени А.Р. Беруни

Защита диссертации состоится «2» апреля 2010 г. в 12⁰⁰ ч. на заседании специализированного совета К 067.46.01 при Навоийском государственном горном институте по адресу: 210100, г. Навоий, ул. Жанубий, 27а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Навоийского государственного горного института.

Автореферат разослан «27» февраля 2010 г.

**Ученый секретарь объединенного
специализированного совета,
докт. техн. наук, проф.**

Норов Ю.Д.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Республика Узбекистан является страной интенсивного потребления фосфоритовых удобрений. Перспективы дальнейшего увеличения добычи фосфоритного сырья для ликвидации или хотя бы снижения дефицита определяется возможностями увеличения добычи руд на эксплуатируемых месторождениях и привлечением в производство низкосортных некондиционных фосфоритовых руд путем их обогащения.

На Даугузской, Джеройской, Сардаринской и других площадях Центральных Кызылкумов Республики Узбекистан были выявлены несколько месторождений зернистых фосфоритов. Разведанные запасы зернистых фосфоритов определены 1,5 млрд. т фосфорного ангидрида (P_2O_5). Наибольший интерес представляет Джерой-Сардаринское месторождение зернистых фосфоритов, входящее в эту провинцию. Полезный компонент P_2O_5 в рудах этих месторождений распределен неравномерно.

В настоящее время разрабатываются те участки месторождения, где содержание P_2O_5 в руде более 17-18%, а участки с содержанием P_2O_5 в руде ниже 17% не разрабатываются, т.к. их необходимо обогащать с получением концентрата до 25-28%, а рациональная технология обогащения отсутствует.

Разработка рациональной технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов позволит решить проблему производства фосфорсодержащих удобрений не только для нужд сельского хозяйства Республики, но и продукции, имеющей спрос на мировом рынке.

Известно, что обогащение низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов со сложным минерально-петрографическим составом представляет собой одну из сложно решаемых проблем вследствие недостаточной изученности флотационных свойств минеральных составляющих. Все флотореагенты, применяемые при флотации фосфоритовых руд, дорогостоящи и импортируются, в основном, из других государств. Поэтому поиск нового дешевого флотореагента из местного сырья для разделения минералов с близкими флотационными свойствами является весьма актуальной задачей науки и практики горного и химического производств.

Степень изученности проблемы. Многочисленные исследования были направлены на переработку фосфоритовых руд и повышение качества фосфоритового концентрата.

Анализ литературных данных показывает, что обогащение низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов сложного минерально-петрографического состава представляет собой одну из сложно решаемых проблем вследствие недостаточной изученности флотационных свойств минеральных составляющих.

С другой стороны, все флотореагенты, применяемые при флотации фосфоритовых руд, дорогостоящие и импортируются из других государств. Поэтому, поиск нового дешевого флотореагента из местного сырья для разделения минералов с близкими флотационными свойствами является актуальной задачей.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Данная работа выполнялась в рамках хоздоговорных работ по заказу Государственного предприятия Навоийский горно-металлургический комбинат на темы: № 2/99/468 – «Повышение эффективности освоения Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритовых руд» и №28-08 – «Разработка способов переработки низкосортных фосфоритовых руд с получением кондиционного концентрата».

Цель исследования. Разработка комбинированной технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд с использованием флотореагента из отходов масложирового комбината.

Задачи исследования:

- изучение химического и минералогического составов руд;
- исследование кристаллохимических, термодинамических и поверхностных свойств фосфата и кальцита;
- определение химического состава отходов масложирового комбината;
- исследование процесса флотации низкосортных фосфоритовых руд с определением оптимальных параметров обогащения и реагентного режима;

- исследование процесса химического дообогащения флотационного фосфоритового концентрата с целью получения кондиционного концентрата, пригодного для производства минеральных удобрений.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является Джерой-Сардаринское месторождение фосфоритов. Предмет исследования – комбинированная технология обогащения низкосортных фосфоритовых руд.

Методы исследований. Состав фосфоритовой руды изучали с помощью химического, минералогического, фазового и спектрального анализов. Для определения фосфора использовали фотоколориметрический метод и метод осаждения в виде магнийаммонийфосфата. Химический состав руды определяли комплексонометрическим, перманганатометрическим, фотоколориметрическими методами. Рентгенофазовый анализ выполняли на дифрактометре ДРОН-05, ИК спектры снимали на спектрометре UR-20.

Основные положения, выносимые на защиту:

- целенаправленное воздействие на поверхностные свойства минералов является основой усовершенствования флотационного разделения минералов;
- отходы масложировых комбинатов являются флотореагентом для разделения карбонатных минералов от фосфатных минералов обратным методом флотации;
- альтернативой технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд является комбинированная технология с использованием отходов масложировых комбинатов.

Научная новизна:

- изучен и раскрыт механизм закрепления флотореагентов на поверхность кальцита при флотации;
- найден оптимальный режим флотации, происходящий путем разделения кальцита и фосфата;
- впервые изучены химические и физико-химические свойства отходов масложирового комбината и установлена их флотационная способность;
- впервые испытан новый флотореагент «Фомол» для флотации фосфоритных минералов;
- установлен оптимальный режим процесса обесшламливания, позволяющий удалять шлам и очищать руду от хлоридов;

Научная и практическая значимость результатов исследования.

На основе изучения химических и физико-химических свойств отходов масложирового комбината установлен их оптимальный режим флотационной способности, позволяющий эффективно обогащать низкосортные фосфоритовые руды.

В результате проведенных исследований и полупромышленных испытаний разработана комбинированная технология обогащения низкосортных фосфоритовых руд Джерой-Сардаринского месторождения, позволяющая повысить содержание P_2O_5 от 14,8% в руде до 26-27% P_2O_5 в концентрате, а также снизить кальциевый модуль с 2,48 до 1,85.

Реализация результатов. Разработанная комбинированная технология обогащения низкосортных фосфоритовых руд Джерой-Сардаринского месторождения прошла полупромышленное испытание на обогатительной установке ОАО «Ингичкинская опытно-методическая технологическая экспедиция» и рекомендована к внедрению на производстве.

Результаты исследований используются при чтении лекций по дисциплине «Технология обогащения полезных ископаемых» для направлений 5540200 – «Горное дело», 5140900 – «Педагогическое образование (Горное дело)» и по дисциплине «Обогащение руд» для направления 5520400 – «Металлургия».

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждены на V Республиканской научной конференции «Ўзбекистон Мустақиллиги – унинг фани ва технологиялари ривожлантириш кафолати» (г. Ташкент, 2001 г.), на IV и V Конгрессах обогатителей стран СНГ в Московском институте стали и сплавов (г. Москва, 2003, 2005 г.г.), на Республиканской научно-технической конференции «ISTIQLOL» (с международным участием) (г. Навоий, 2004–2006 г.г.), на научно-технической конференции «Наука и кадры горно-металлургической промышленности» (г. Алмалык, 2004 г.) и на Международной научно-технической конференции «ISTIQLOL» (г. Навоий, 2008 г.).

Опубликованность результатов. Основные результаты работы изложены в 15 печатных работах, в том числе 6 статьях и 9 тезисах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 113 страницах, включая 29 таблиц, 20 рисунков, 74 наименований использованной литературы, а также приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Фосфориты Центральных Кызылкумов характеризуются высоким содержанием карбонатных минералов, количество которых в образцах может превышать 50 %.

Для выявления характеристики фосфоритовой руды изучали его состав с помощью химического, минералогического, фазового и спектрального анализов, результаты которых приведены в табл. 1, 2 и были сняты дифрактограммы и термогравииграммы фосфоритов (рис. 1, 2). Из табл. 1, 2 видно, что полезный компонент руды - фосфатные зерна представлены в основном фосфатизи-рованными органическими остатками беспозвоночных, преимущественно раковинами фораминифер. Преобладающая крупность этих фосфатных зерен от 0,03-0,05 мм до 0,3 мм (важная технологическая характеристика). Присутствует также первично - фосфатный костный детрит позвоночных (зубы, позвонки) крупностью от сотых долей миллиметра до 0,1-1 см. Второй, менее распространенный вид фосфатных образований, - оолиты, размером до - 0,7 мм.

Таблица 1

Химический состав фосфоритовой руды, %

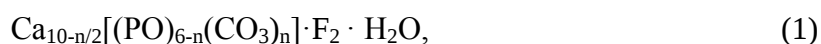
№	Номер пробы	Среднее содержание компонентов, масс. %													
		P ₂ O ₅	CaO	MgO	CO ₂	F	FeO	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃	SO ₃	H.O.	R ₂ O	H ₂ O	Σ окис- ляемых	Орган. в-во
1.	Проба №1	14,88	46,0	0,6	16,3	1,94	-	0,99	1,35	-	0,57	0,97	0,73	0,22	0,08
2.	Проба №2	13,48	44,74	1,07	20,88	1,04	0,06	1,03	5,60	2,10	6,56	0,58	0,78	0,17	0,11
3.	Проба №3	20,84	50,53	0,74	12,6	1,92	-	1,56	6,44	3,66	10,46	-	0,99	-	-

Таблица 2

Минералогический состав фосфоритовой руды, в %

№	Минералы	Содержание минералов, %			Размер (мм) и форма выделений
		Проба 1	Проба 2	Проба 3	
1.	Франколит	55,0	37,0	63,3	0,01-2,0
2.	Кальцит	23,0	39,6	16,0	0,001-0,3
3.	Гидрослюды	10,0	14,0	10,0	Тонкочешуйчатые агрегаты
4.	Гипс	3,0	2,5	3,5	0,1-0,2
5.	Гетит	2,5	2,2	2,9	0,5 -1,0
6.	Кварц	3,0	1,0	0,5	0,05-0,5
7.	Гидрослюды железа	1,0	1,5	1,0	Матехи, охри
8.	Углистые вещества	0,4	0,3	0,6	0,5-1,0
9.	Целестин	0,1	0,1	0,1	0,1-0,5
10.	Полевые шпаты	2,0	1,8	2,1	0,03-0,05

Фосфатный минерал - фторкарбонатапатит (франколит). Очищенный от поверхностных загрязнений специальными лабораторными приемами минерал содержит 32-33% P₂O₅ и имеет следующую формулу:



Где, n – количество атомов фосфора, замещенных углеродом.

Вторым пороодообразующим минералом руды является кальцит. Содержание

его меняется от 60 до 67%. Основная часть - до 80-90% сосредоточена в цементе, где микрозернистый кальцит цементирует фосфоритное вещество «экзокальцит». Другая морфологическая разновидность минерала – «эндокальцит». Этот кальцит находится внутри фосфатных зерен и представляет собой реликты первичного кальцита, слагающего скелет раковин и сохранившегося от замещения фосфатом.

Результаты рентгенофазового анализа образцов фосфоритов приведены на рис. 1.

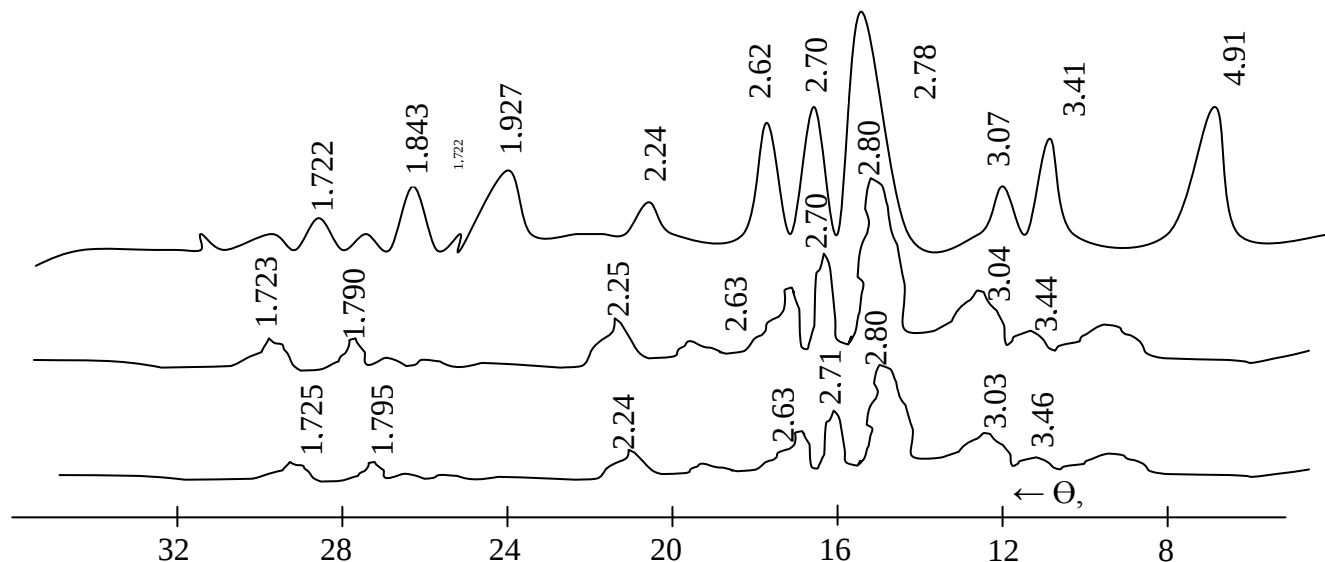
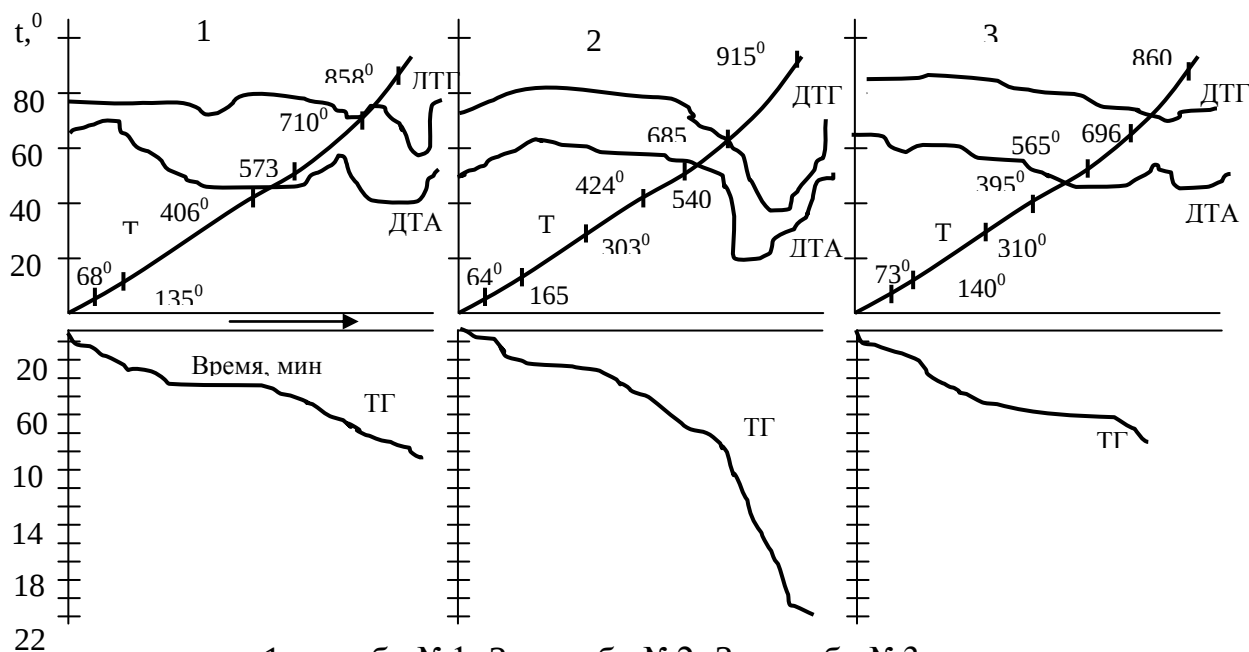


Рис. 1. Дифрактограммы кызылкумских фосфоритов

Интерпретация дифракционных полос, выполненной путем сопоставления значений и интенсивности межплоскостных расстояний фосфоритов и известных минералов, позволяет считать, что дифракционные полосы со значениями 2,78-2,80, 2,70-2,71, 3,41-3,46, 2,62-2,63, 2,24-2,25, 1,927-1,935, 1,837-1,843 $\text{\AA}^0$ принадлежат фторкарбонатапатиту, полосы с межплоскостными расстояниями 3,03-3,07, 2,29, 2,10, 1,916, 1,878 $\text{\AA}^0$ характеризуются присутствием в фосфоритах кальцита. Дифракционная полоса 3,35-3,37 $\text{\AA}^0$ принадлежит α -кварцу.

Термическое поведение фосфоритов важно для выявления влияния вещественного состава, в том числе примеси в сырье на температурную характеристику и природу термоэффектов, сопровождающих превращения минералов при нагревании. Термогравиметрические диаграммы образцов представлены на рис. 2.



1 - проба №1: 2 - проба №2: 3 - проба №3

Потеря массы при нагреве исследуемых образцов фосфоритов до 960⁰С составляет 9,5-21,4%. Убыль массы отмечается на протяжении всего периода нагрева. Эндозэффект в области 64-165⁰С соответствует удалению воды, адсорбированной на внутренней поверхности межкристалльных пор минералов, входящих в состав фосфорита, и дигидратации гипса.

Начало удаления конституционной воды минералов группой слюд и завершение дегидратации гипса отмечается при нагреве до 303-310⁰С. Слабый растянутый эндозэффект в интервале 303-424⁰С характеризует дегидратацию гидроксидов железа - гетита, гидрогематита. Дальнейший подъем температуры сопровождается выгоранием органических веществ, обезвоживанием минералов – примесей, началом разложения доломита. Широкий неглубокий эндотермический эффект при 540-710⁰С обусловлен наложением эффектов полиморфного превращения кварца и дикарбонатизации доломита. При нагреве от 140-160⁰С до 600⁰С отмечается преимущественно монотонный характер убыли массы.

Глубокий эндозэффект при 710-915⁰С, сопровождающийся потерей массы образцами 6,0-15,5%, отмечается диссоциацией кальцита.

Также приводится методика проведения экспериментов и характеристика реагентов, которых использовались при флотации. Как известно, для флотации окисленных минералов используются в основном соли жирных кислот. Например, олеиновая кислота. В данной работе в качестве заменителя олеиновой кислоты был использован soapstock и заменителя синтетических высших спиртов - фомол.

Soapstock - натриевые соли жирных кислот, являющиеся производственным отходом масложировой промышленности. Среднее число атомов в радикалах жирных кислот колебалось C₁₀ – C₁₈ (табл. 3).

Таблица 3

Состав soapstocka

1.	Жирность (общий жир)	40-61%
2.	в т.ч. нейтральный жир	23-28%
3.	Нежировые вещества (госсипол)	3,0-12,5%
4.	Неомыляемые вещества	2,0-2,7%
5.	Фосфорсодержащие вещества	0,8-1,0%
6.	Внешний вид и цвет	Коричневый мазеобразный
7.	Кислотное число	71-100кг/КОН
8.	Растворимость в ацетоне	80 %

Флотореагент «Фомол» был разработан и выпускается сотрудниками ООО Научно-производственный центр «Велес» (г. Салаир, Россия) совместно с Томским политехническим университетом для замены дорогостоящих флотореагентов на основе синтетических высших спиртов и представляет собой оптимально подобранное соотношение алкилсульфата натрия и омыленных жирных кислот ТМ (олеата натрия, линолеата натрия) пенообразователя и других добавок.

Целью исследований гранулометрического состава фосфоритовых руд явилось изучение физико-механических свойств руды с целью повышения эффективности процесса сепарации руды по крупности - грохочением.

Изучение гранулометрического состава на предмет возможного выделения

грохочением богатых по содержанию P₂O₅ фракции проведено на материале трех технологических проб фосфоритовой руды. Пробы сухим грохочением расситовывались на классы крупностью: -80+30 мм; -15+10 мм; -10+5 мм; -5+3 мм; -3+2 мм; -2+1 мм; -1+0,315 мм; -0,315+0,16 мм; -0,16+0,1 мм; -0,1+0,063 мм; -0,063+0,05 мм; 0,05 мм, взвешивались и анализировались на содержание в них P₂O₅, CO₂ и вредных примесей. Результаты по сухому грохочению фосфоритовых руд приведены на рис. 3.

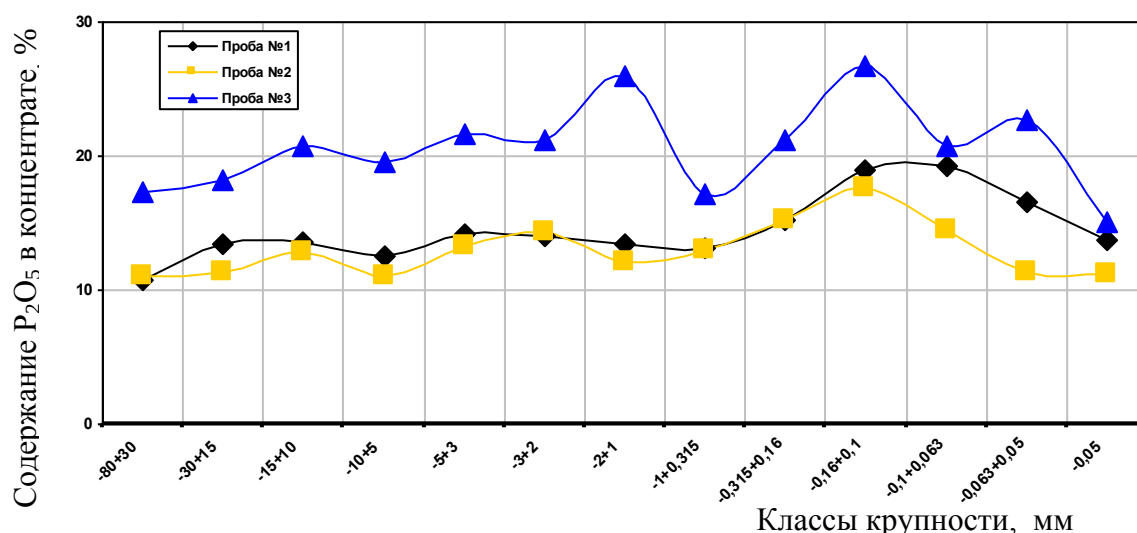


Рис. 3. Распределение P_2O_5 в фосфоритовой руде по классам крупности

Эффективность сухого грохочения по любому классу крупности для обогащения минерализованной массы с содержанием в ней P_2O_5 на уровне 13,48% недостаточна для получения обогащенного продукта приемлемого качества.

При сухом грохочении забалансовой руды с содержанием в ней P_2O_5 - 14,88%, выход мелкого класса находится на уровне 50%. Содержание в этом классе P_2O_5 - 16,45%. Практически на 3% в этом классе содержание CO_2 ниже по сравнению с исходной. Более того, что минерал фосфорит (франколит) по химическому составу непостоянный, содержание в нем P_2O_5 колеблется от 27 до 35%. Плотность - 3,1-3,2 г/см³, твердость 5 по шкале Мооса. Если провести процесс измельчения в «мягких» условиях, то часть минералов фосфорита легко переходит в тонкую фракцию.

Это значит, что сухим методом (грохочение, воздушная сепарация) не достигается желаемого разделения пустой породы от фосфорита. Поэтому необходимо исследование условий разделения фосфорита от пустой породы методом флотации.

Из минералогического состава исследуемых проб видно, что в составе руды имеются гидрослюда - 10-14%, гипс - 2,5-3,5%, углистые вещества - 0,3-0,6%, полевые шпаты - 1,8-2,1%, в сумме - 14,6-20,2% легкоизмельчаемые, шламо-образующие компоненты.

Поэтому, до флотации необходимо удалить шламы методом промывки.

При проведении лабораторных экспериментов по обесшламливанию и флотации применялись 3 пробы высококарбонатных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов. Руда подвергалась измельчению до 40-45% класса $-0,074$ мм с использованием лабораторного измельчителя-истирателя.

Для получения необходимого отношения Ж:Т при обесшламливании и обесхлорировании фосфоритовых руд определяли при соотношении Ж:Т 1÷3:1. Результаты опытов по обесшламливанию и обесхлорированию фосфоритов приведены на рис. 4.

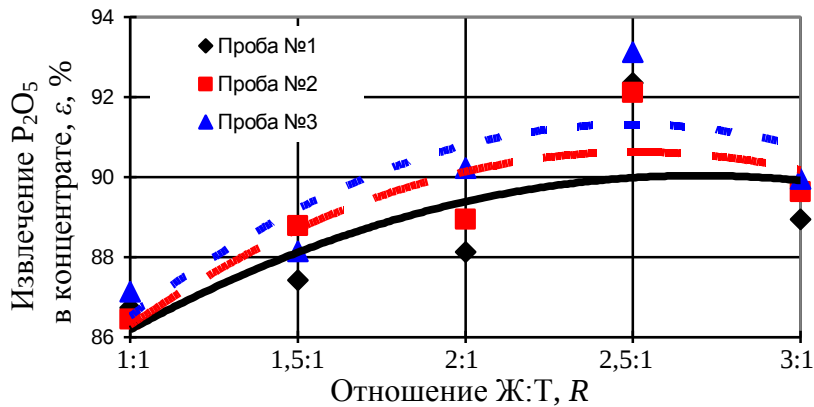


Рис. 4. Зависимость извлечения P_2O_5 от отношения Ж:Т при обесшламливании руд

Статистический анализ полученных результатов показывает что, извлечение P_2O_5 при обесшламливании руд зависит от отношению жидких к твердому их состояния, которые характеризуются, соответственно следующими эмпирическими уравнениями:

$$\varepsilon = \begin{cases} -1,334R^2 + 7,203R + 80,316 \\ -1,894R^2 + 9,515R + 78,678 \\ -2,151R^2 + 10,728R + 77,946 \end{cases} \quad (2)$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,75 \pm 0,03$.

Из результатов обесшламливания исходных фосфоритовых руд видно, что наиболее приемлемое условие процесса для разных руд по содержанию P_2O_5 является обеспечение Ж:Т-2,5:1, при этом выход концентрата составляет, соответственно, 82,3, 83,1 и 81,7% с содержанием P_2O_5 16,7, 14,9, 23,5%, извлечение P_2O_5 в концентрат – 92,36; 92,11 и 93,12%.

Изучалось влияние продолжительности промывки на качества продукции, результаты которых показали, что наиболее приемлемая продолжительность процесса является 30 мин., при этом выход концентрата составляет, соответственно, 82,4; 82,6 и 83,1% с содержанием P_2O_5 16,6; 15,0 и 23,2%. Извлечение P_2O_5 в концентрат составляет 92,16; 91,90 и 92,47%.

Таким образом, результаты экспериментов по удалению шламов промывкой измельченной руды показывают, что в процессе промывки удаляется 10-17% от массы руды в шлам, содержащий 6-10% P_2O_5 . Потери P_2O_5 со шламом составляют 7-8% от исходного количества. Содержание P_2O_5 в промытой руде повышается на 1,5-2,0%, содержание хлор-иона уменьшается на 60-65% от исходного и составляет 0,04%.

В процессе промывки руды водой удаляются шламообразующие породы (в основном слюды, гипс, глины, полевые шпаты). В промытой руде остается в основном фосфат и кальцит. Содержание свободного кальцита в среднем составляет 40-45%. По результатам исследований видно, что в кислой среде появляется возможность разделения фосфата от кальцита из-за увеличения различия поверхностных свойств этих минералов. Ухудшается флотируемость фосфата и улучшается флотируемость кальцита. В связи с этим, нами принята для исследования схема карбонатно-фосфоритовой флотации, т.е. сначала флотируется карбонат, затем из камерного продукта флотируется фосфат. Такая технологическая схема применяется при обогащении руд Каратауского месторождения. Разница между месторождениями Джерой-Сардара и Каратау в том, что месторождение Джерой-Сардара бедное по содержанию P_2O_5 по сравнению с месторождением Каратау. Кроме того, содержание кальцита в руде Джерой-Сардара больше, чем в руде Каратауского месторождения. В руде Каратау больше содержится минерала доломит.

Лабораторные опыты по карбонатной флотации проводились на обесшламленной руде (проба №1, исходное содержание P_2O_5 -14,88%), содержащей 16,7% P_2O_5 , на лабораторной флотомашине с емкостью камеры 0,5 л.

В качестве реагента-собираателя карбонатных минералов использовался соапсток (отход масложирового комбината), растворенный в ацетоне. pH среды регулировался фосфорной и азотной кислотами. Изучались зависимости извлечения карбонатов в пенный продукт от pH среды, типа регулятора, расхода реагента, а также продолжительности флотации.

В первом варианте кислая среда (pH=4,0–5,5) создавалась фосфорной кислотой, которая одновременно являлась депрессором на фосфат. Время флотации 8 мин. Расход соапстока 500 г/т. Результаты опытов в открытом цикле для первого варианта представлены на рис. 5. Из рис. 5 следует, что при флотации карбонатов в открытом цикле с заменой фосфорной кислоты азотной, содержание P_2O_5 в камерном продукте составляет 17,8% при извлечении 81,2%. Расход азотной кислоты HNO_3 при карбонатной флотации составляет 6 кг/т, что соответствует pH = 4,5-5.

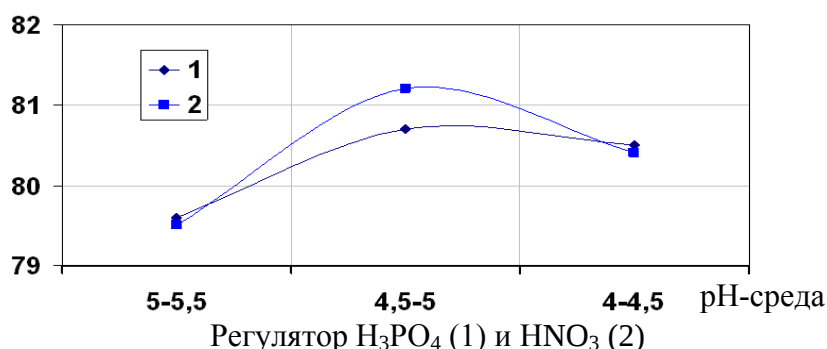


Рис. 5. Извлечение P_2O_5 в зависимости от pH среды

При флотации кальцита реагентом соапсток с различными концентрациями (200-500 г/т) и pH=4,5–5,0, создаваемой азотной кислотой, наблюдается наибольшая активность флотации кальцита, а фосфат флотируется незначительно, в пределах 11-12% (рис. 6). Установлено, что селекция кальцита от фосфата может быть достигнута применением соапстока в кислой среде, что обусловлено физической сорбцией собирателя.

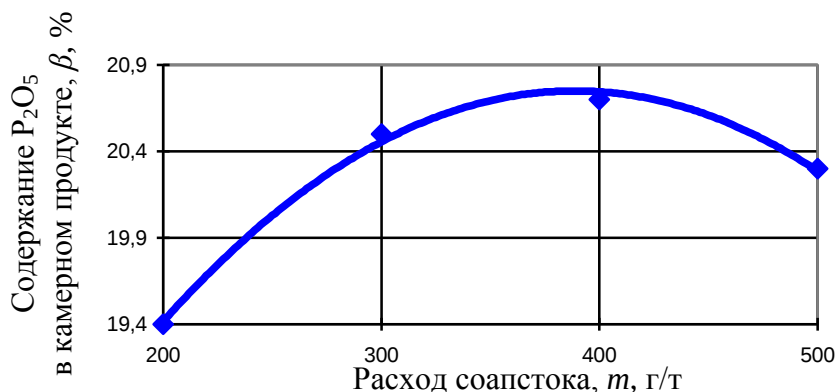


Рис. 6. Содержание P_2O_5 в камерном продукте в зависимости от расхода соапстока при карбонатной флотации

Статистический анализ полученных результатов показывает что, содержание фосфорного ангидрида в камерном продукте зависит от расхода соапстока при карбонатной флотации, который характеризуется следующим эмпирическим уравнением:

$$\beta = -3,75 \cdot 10^{-5} m^2 + 0,029m + 15,085 \quad (3)$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,90 \pm 0,02$.

Следующими опытами установлена оптимальная продолжительность процесса карбонатной флотации. Результаты опытов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты опытов карбонатной флотации от продолжительности процесса (рН=4,5-5,0, soapstock 400 г/т)

№ опытов	Наименование продукта	Выход, %	Содержание P_2O_5 , %	Извлечение P_2O_5 , %	Продолжительность процесса, мин.
1	Пенный продукт	22,4	12,1	15,2	5
	Камерный продукт	77,6	19,5	84,8	
	Руда	100,0	17,8	100,0	
2	Пенный продукт	30,4	12,1	20,6	8
	Камерный продукт	69,6	20,3	79,4	
	Руда	100,0	17,8	100,0	
3	Пенный продукт	31,0	11,3	19,8	10
	Камерный продукт	69,0	20,7	80,2	
	Руда	100,0	17,8	100,0	
4	Пенный продукт	32,7	12,0	22,0	12
	Камерный продукт	67,3	20,6	78,0	
	Руда	100	17,8	100	

При продолжительности флотации 10 мин. содержание P_2O_5 составляет 20,7%, при извлечении P_2O_5 80,2%. Таким образом, результаты экспериментов по карбонатной флотации обесшламленной руды показывают, что в процессе карбонатной флотации при рН=4,5-5,0, создаваемой азотной кислотой, расходе soapstock 400 г/т и продолжительности флотации 10 мин., содержание P_2O_5 составляет 20,7%, извлечение P_2O_5 в концентрат 83,8%. Потери P_2O_5 с пенным продуктом составляют 10,3%.

Фосфоритовая флотация проводилась в открытом цикле с использованием камерного продукта (P_2O_5 -20,7%) карбонатной флотации. В качестве реагента-собираателя для фосфатных минералов использовались олеата натрия и фомол. По литературным данным и результатам исследований видно, что фосфатные минералы флотируются в щелочной среде. Для регулирования рН среды в процессе фосфоритовой флотации добавили СаО. Сначала опытами установили оптимальный расход реагентов олеата натрия и фомола при рН=9,0-9,5. Результаты опытов по флотации фосфорита представлены на рис.7.

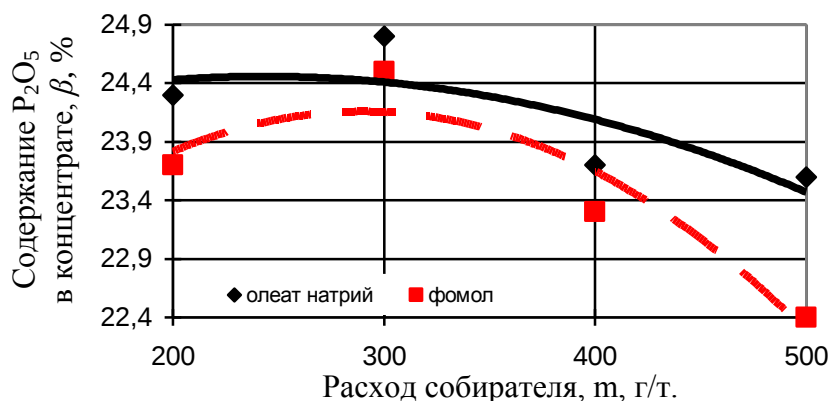


Рис.7. Содержание P_2O_5 в зависимости от расхода собирателя

Согласно зависимости извлечения P_2O_5 от расхода собирателей олеата натрия и реагента фомол видно, что новый реагент фомол не уступает ранее используемому реагенту олеата натрия (рис. 7).

Как известно, фомол является дешевым фотореагентом по сравнению с другими собирателями.

Статистический анализ полученных результатов показывает что,

содержание фосфорного ангидрида в концентрате зависят от расхода собирателя при фосфоритовой флотации, которые характеризуются следующими эмпирическими уравнениями:

$$\beta = \begin{cases} -1,5 \cdot 10^{-5} m^2 + 7,3 \cdot 10^{-3} m + 23,57 \\ -4,25 \cdot 10^{-5} m^2 + 0,025m + 20,585 \end{cases} \quad (4)$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,75 \pm 0,02$.

Расход щелочи для получения необходимого pH при флотации фосфоритовых руд определяли следующим образом. В пульпу добавляли разное количество извести и определяли pH пульпы. По результатам опытов видно, что оптимальным pH среды при фосфоритовой флотации является $\text{pH}=8,0-8,5$.

При этом содержание P_2O_5 в концентрате составляет 24,4%, а извлечение P_2O_5 в концентрат составляет 65,8% (рис. 8).

Статистический анализ полученных результатов показывает что, содержание фосфорного ангидрида в концентрате зависят от pH среды при флотации, который характеризуется следующим эмпирическим уравнением:

$$\beta = -1,2 \text{pH}^2 + 20,28 \text{pH} - 61,655 \quad (5)$$

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,70 \pm 0,02$.

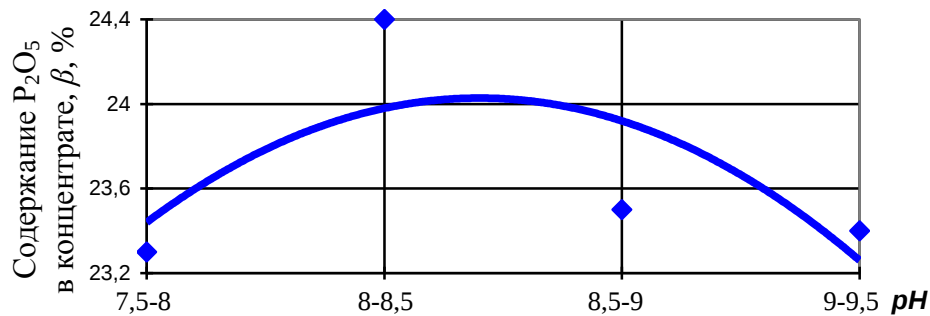


Рис. 8. Содержание P_2O_5 в концентрате в зависимости от pH среды

Таким образом, в результате проведенных исследований по схеме фосфоритовой флотации в открытом цикле установлен следующий оптимальный реагентный режим: расход фомола - 300 г/т, расход CaO до $\text{pH}=8,0-8,5$, при котором достигнуты следующие технологические показатели: выход фосфатного концентрата – 56,1% при содержании P_2O_5 24,5% и извлечении 65,4%.

Флотационные опыты по замкнутой схеме были проведены согласно рис. 9 в лабораторной флотомашине емкостью камер 1 л и 0,5 л.

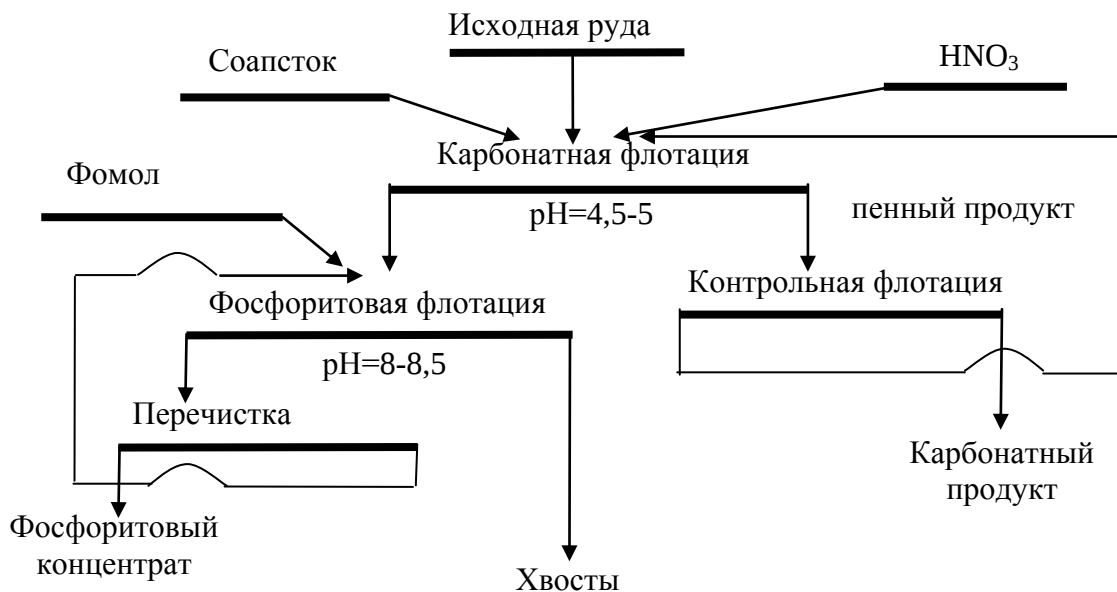


Рис. 9. Постановка опытов по замкнутой схеме

Карбонатная и фосфоритовая флотация проводилась во флотомашине объемом камеры 1 л, а перечистные флотации - с объемом камеры 0,5 л. В качестве флотореагента применяли для карбонатной флотации соапсток, для фосфоритовой флотации в качестве собирателя фосфатных минералов – «Фомол».

Режим флотации включает измельчение руды до 65% класса 0,074 мм. Оптимальная продолжительность карбонатной и фосфоритовой флотации составила 10 мин.

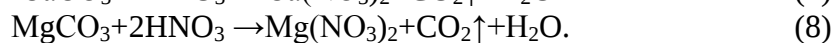
Опыты проводили по замкнутой схеме при расходе соапстока 400 г/т для карбонатной флотации (для удаления карбонатов) и фомола - 300 г/т для фосфоритовой флотации с перечисткой основного концентрата. Предлагаемая комбинированная технология обогащения - обесшламливание с последующим осуществлением карбонатно-фосфатной флотации дает возможность получить концентрат, содержащий масс. %: P_2O_5 - 23-24, CaO - 40- 41, CO_2 -11-12, хлора - не более 0,04 (в пределах допустимых норм). Флотоконцентрат не содержит никаких вредных примесей.

При изучении химического состава флотоконцентрата выявлено значительное количество (24-26%) свободного кальцита, которые при разложении фосфоритов кислотой в производстве аммофоса, образуют устойчивую пену мешающую ведению технологического процесса. Поэтому, для ликвидации пенообразования фосконцентрата обжигают, с целью удаления CO_2 , за счет протекания реакции:

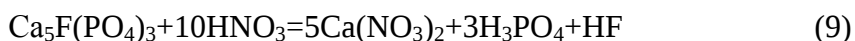


По данным литературы затраты на обжиг составляют до 48% от общей себестоимости продукции. Кроме того, не экологичны, из-за выделения различных вредных выбросов.

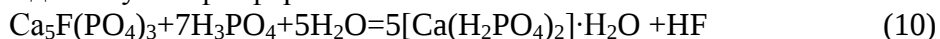
Поэтому нами исследовались возможности дообогачивания флотокон-центрата с применением азотной кислоты. При обработке концентрата раствором азотной кислоты возможно протекании следующих химических реакций:



Далее,

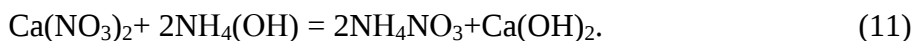


образовавшиеся H_3PO_4 взаимодействует с фосфоритом



Растворимость $Ca(NO_3)_2$ очень высокая (121/100г H_2O), остаётся в растворе.

Если после разделения фаз, полученный раствор нейтрализовать аммиаком получим аммиачную селитру:



Гидроокись кальция выпадает в осадок, т.к. растворимость ее в воде 0,126г/100г.

Для проверки данного суждения нами были поставлены опыты по определению степени декарбонизации концентрата от расхода и концентрации азотной кислоты.

Для химического дообогачивания использовали флотоконцентрат следующего состава (вес. %): 24,5 P_2O_5 ; 40,71 CaO; 11,2 CO_2 ; 1,24 Al_2O_3 ; 1,05 Fe_2O_3 ; 1,75 MgO; 2,0 F; 1,94 нерастворимого остатка и азотную кислоту. Расход HNO_3 брали из расчета на содержание свободного $CaCO_3$, которое составляло 25% от массы концентрата. Обработка флотоконцентрата с раствором азотной кислоты осуществляли при температуре 25-30⁰С в стеклянном реакторе при перемешивании в течение 20 мин. Реакция (6) протекает очень быстро (5-6 мин). Однако, для протекания реакции (9) необходимо определенное время, в связи с этим процесс перемешивания продлили до 20 мин. Полученную пульпу разделяли декантированием. Сгущенная часть промывалась водой, взятой в весовом соотношении к исходному флотоконцентрату 2:1. Результаты экспериментов приведены в табл. 5.

Из результатов (табл. 5) видно, что с повышением расхода HNO_3 от 70% до 100%, содержание P_2O_5 в концентрате увеличивается, за счет разложения $CaCO_3$. С повышением расхода кислоты, более 100% содержание P_2O_5 в концентрате уменьшается. Это объясняется

тем, что при высоком расходе кислоты фосфорит тоже частично разлагается вместе с CaCO_3 и переходит в раствор.

Таблица 5

Влияние расхода кислоты на качество концентрата
(концентрация HNO_3 – 50%)

№	Расход HNO_3 , %	Выход концентрата, %	Содержание P_2O_5 , %	Извлечение P_2O_5 , %
1.	70	83,75	26,6	90,8
2.	80	81,75	27,1	90,4
3.	90	77,5	27,8	89,9
4.	100	76,6	28,9	91,4
5.	110	75,4	28,8	88,6
6.	120	74,3	27,9	84,6
7.	130	73,5	26,5	79,5
8.	140	71,8	25,7	75,3

Влияние концентрации азотной кислоты мало влияет на качества получаемого концентрата. Однако с увеличением ее концентрации приводит к переходу фосфора в раствор, в связи с этим, процесс надо вести в мягких условиях, т.е. с концентрациям кислоты не более 50%.

Таким образом, при дообогащении флотоконцентрата с раствором азотной кислоты оптимальный расход и концентрация азотной кислоты соответственно составляют 100 и 50%. При этом, выход концентрата составляет 76,6%. Содержание P_2O_5 в концентрате 28,9%, при извлечении 91,4%.

В ходе укрупненно-лабораторных исследований испытаны новые реагенты - soapstock и фомол. Результаты укрупненно-лабораторных исследований приведены на рис. 10.

Полупромышленные лабораторные испытания проводились на руде текущей добычи из месторождения Джерой-Сардара, содержащей 15,2% P_2O_5 . После измельчения в шаровой мельнице содержание класса -0,074+0 мм составило 55-60%.

Флотация с испытываемыми реагентами осуществлялась с использованием оборотной воды замкнутого цикла с подачей ее в голову процесса, а также перечистные операции. Реагент soapstock испытывали в виде раствора при $\text{pH}=4,5-5$, создаваемой азотной кислотой. Расход soapstock при этом составил 0,4 кг/т, а азотной кислоты - 7 кг/т. Реагент фомол в виде водного раствора дозировался в качестве реагента-собираателя при флотации фосфорита в слабощелочной среде, создаваемой известью. Расход фомола при этом составил 0,3 кг/т, а расход извести – 3 кг/т.

Результаты полупромышленных испытаний по обесшламливанию и флотации фосфоритовых руд приведены в табл. 6.

№	γ, %
β, %	ε, %

№ - номер продукта,
 γ - выход продукта, %
 β - содержание P_2O_5 , %
 ε - извлечение P_2O_5 , %

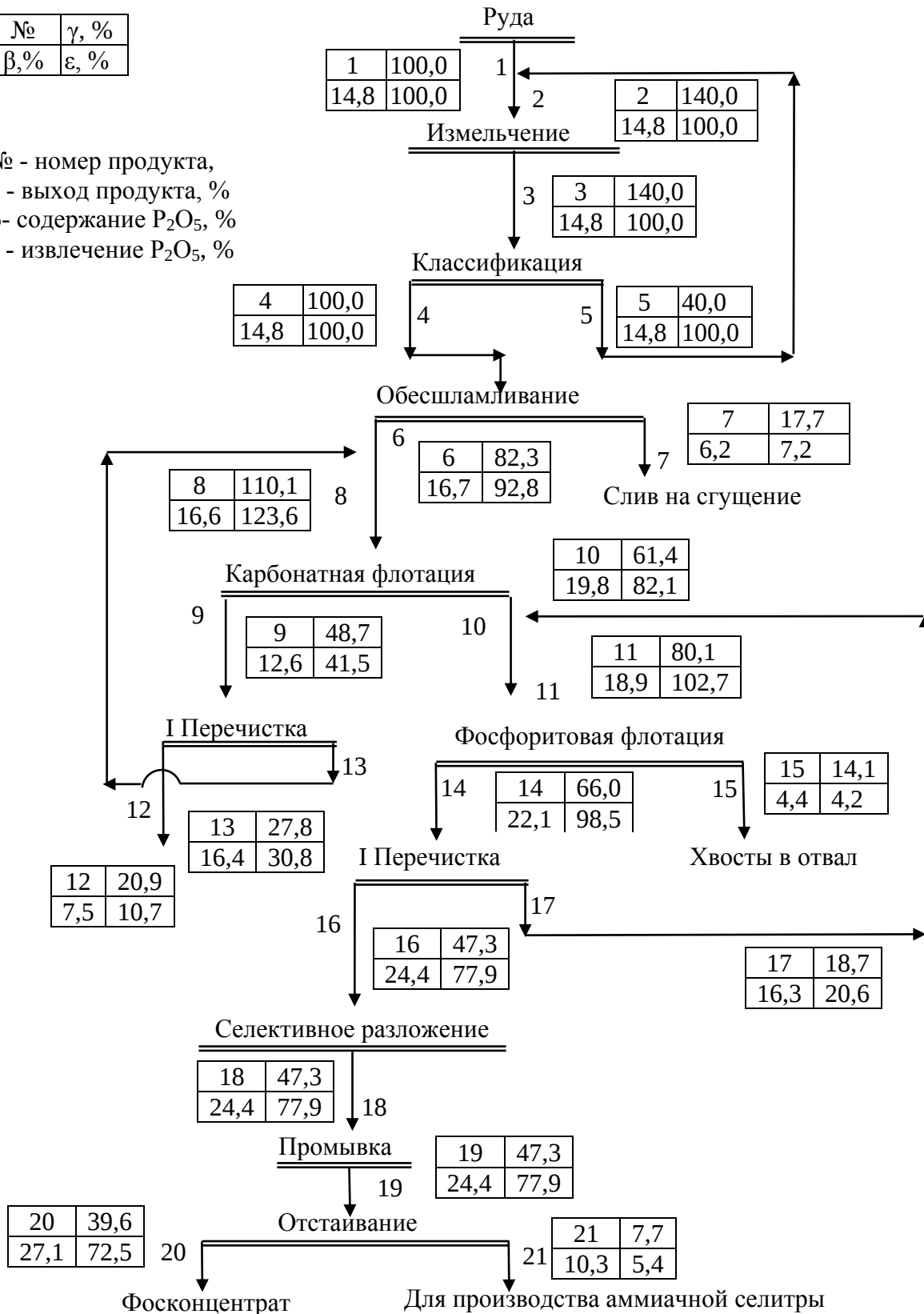


Рис. 10. Качественно-количественная технологическая схема обогащения фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов

Химическое дообогащение флотоконцентратов проводили при оптимальной норме HNO_3 - 90-100% и концентрации HNO_3 – 50%.

При этом извлечение P_2O_5 в фосфоconцентрат составил 95,1%, а содержание P_2O_5 – 26-27%, CO_2 – 6,15-4,13%.

Таблица 6

Результаты полупромышленных испытаний			
Продукты	Выход, %	Содержание P_2O_5 , %	Извлечение P_2O_5 , %
Обесшламливание фосфоритовой руды			
Концентрат	82,3	16,7	90,4
Шламы	17,7	8,2	9,6
Исходная руда	100	15,2	100
Карбонатно-фосфоритовая флотация			
Концентрат	54,5	24,5	77,05
Хвосты	45,5	8,74	22,95
Обесшламленная руда	100	17,33	100
Химическое дообогащение			
Концентрат	87,0	26,8	95,1
Хвосты	13,0	9,2	4,9
Флотоconцентрат	100	24,5	100

Таким образом, комбинированная схема обогащения низкосортных фосфоритовых руд позволяет получить кондиционного концентрата содержащего 26,8% P_2O_5 . При этом сквозное извлечение P_2O_5 составляет 66,24% с выходом концентрата 39,0%.

Технологическая схема обогащения фосфоритовых руд прошла укрупненно-лабораторное и полупромышленное испытания на ОАО «Ингичкинская опытно-методическая технологическая экспедиция» и рекомендована к внедрению на производстве.

На основании результатов исследований и рекомендованной технологической схемы обогащения низкосортных фосфоритовых руд Кызылкумов ожидается экономический эффект 17,543 млн. сум в год на 100 000 т руды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации на основе выполненных исследований дано решение научно-технической задачи по разработке и усовершенствованию технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов, имеющее важное народно-хозяйственное значение.

Основные научные результаты и рекомендации выполненной диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Всесторонне исследованы вещественный и минералогический составы руды. Установлено, что основными пороодообразующими минералами являются фторкарбонатит (франколит) и кальцит.

Кызылкумским фосфоритам свойственна высокая степень карбонатности, содержание CO_2 в некоторых образцах достигает 27% и более. Количество нерастворимого в “царской водке” остатка в несколько раз ниже, чем в фосфоритах Каратау, а в ряде образцов не превышает 1-2%. Фосфориты содержат небольшие количества Ni, Mn, Co, Cu, которые в качестве микроэлементов могут входить в состав удобрений при кислотной переработке этих фосфоритов.

2. Термодинамическим и термографическим методами исследований установлено, что отличительной особенностью Кызылкумских фосфоритов является наличие в них трех форм карбонатов: кальцит цемента - “экзокальцит” реликты кальцита, сохранившегося от замещения

фосфатом внутри фосфатизированных раковин - "эндокальцит", карбонатные группы, изоморфно входящие в кристаллическую решетку фосфатного минерала.

3. Комплексными физико-химическими методами исследований выявлено способности отходов масложиркомбината (соапсток) - как флотореагент для флотации карбонатов - заменитель олеиновой кислоты. Заменителями синтетических высших спиртов при флотации фосфатных минералов рекомендован новый флотореагент «Фомол».

4. Определены факторы, влияющие на извлечение кальцита и фосфата при карбонатной и фосфатной флотации с предварительным удалением шламов из руд. Установлено, возможность разделения кальцита от фосфата регулированием кислотности (pH) среды.

5. Экспериментами определены условия дообогащения флотоконцентрата растворами азотной кислоты, с получением кондиционного фосконцентрата и раствора нитрата кальция.

6. Нейтрализацией аммиаком раствора нитрата кальция показаны возможности получения аммиачной селитры и гашеной извести, которые широко используются в народном хозяйстве.

7. Комбинированная схема обогащения низкосортных фосфоритовых руд позволяет получить кондиционный концентрата содержащего 26,8% P_2O_5 . При этом сквозное извлечение P_2O_5 составляет 66,24% с выходом концентрата 39,0%.

8. Проведены укрупненно-лабораторные и полупромышленные исследования и рекомендована технологическая схема обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов с ожидаемым экономическим эффектом 17,543 млн. сум в год на 100 000 т руды.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Аскарлов М.А., Давронбеков У.Ю., Донияров Н.А. Обогащение сложных фосфоритовых руд месторождения Джерой-Сардара и перспективы их интенсификации // Горный вестник Узбекистана. – Навоий, 2001. - №1. - С. 77-78.

2. Донияров Н.А. Марказий Қизилқум фосфорит рудаларини бойитишдаги изланишлар // Ўзбекистон Мустақиллиги – унинг фани ва технологияларини ривожлантириш кафолати: V республика илмий конференцияси маърузалар тўплами. – Тошкент, ОАК, 2001. – Б. 237-240.

3. Абдурахмонов С.А., Аскарлов М.А., Донияров Н.А., Амонов Х.У. Изучение флотационного обогащения фосфоритовой руды Джерой Сардаринского месторождения // Горный вестник Узбекистана. – Навоий, 2002. - №1. - С. 44-45.

4. Раимжонов Б.Р., Абдурахмонов С.А., Аскарлов М.А., Абдурахмонов Э., Донияров Н.А. Комбинированные методы переработки фосфоритовых руд месторождения Джерой-Сардары // Горный вестник Узбекистана. – Навоий, 2003. - №2. - С. 32-33.

5. Абдурахмонов С.А., Аскарлов М.А., Абдурахмонов Э., Донияров Н.А. Результаты исследования по комбинированному обогащению фосфоритовых руд месторождения Джерой-Сардары // IV Конгресс обогатителей стран СНГ: Материалы Конгресса. – М., 2003. - I Т. - С. 147-149.

6. Донияров Н.А., Тошев О.Э., Аскарова Н.М., Нуркулова Е.А. Применение поверхностно-активных веществ при переработке минерального сырья // Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Тез. докл. Респ. науч. -техн. конф. «ISTIQLOL» (с международным участием). – Навоий, 2004. - С. 121-122.

7. Абдурахмонов Э.А., Аскарлов М.А., Донияров Н.А. Комбинированные методы обогащения фосфоритов Джерой-Сардары // «Наука и кадры горно-металлургической промышленности»: Тез. докл. науч.-техн. конф. – Алмалык, 2004. – С. 37-38.

8. Аскарлов М.А., Донияров Н.А., Тошев С.Б. Жарой-Сардара фосфорит рудаларини флотация усулида бойитиш муаммолари // «Наука и кадры горно-металлургической промышленности»: Тез. докл. науч.-техн. конф. – Алмалык, 2004. – С. 39-40.

9. Аскарлов М.А., Донияров Н.А., Нуркулова Е.А. Флотация фосфоритовых руд // Горный вестник Узбекистана. – Навоий, 2005. - №3. - С. 87-89.
10. Аскарлов М.А., Абдурахмонов Э.А. Донияров Н.А. Флотационное обогащение фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов // «V конгресс обогатителей стран СНГ»: Материалы Конгресса. – М., 2005. - III Т. – С. 308-309.
11. Абдурахмонов Э., Аскарлов М.А., Донияров Н.А., Шарафутдинов У.З. Исследование по флотационному и химическому обогащению высококарбонатных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов // «Ресурсовоспроизводящие малоотходные и природоохранные технологии освоения недр»: Матер. четвертой межд. конф. – М., 2005. - С.211-214.
12. Абдурахмонов Э., Донияров Н.А. Применение отходов масложирового ком-бината при флотации фосфоритовых руд // Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Тез. докл. Респ. науч. -техн. конф. «ISTIQLOL» (с международным участием). – Навоий, 2006. – С. 211-214.
13. Донияров Н.А. Флотационно-химическое обогащение высококарбонат-ных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов // Инновационная деятельность молодых ученых: Тез. докл. Респ. науч.-практ. семинара. - Навоий, 2008. - С. 115-117.
14. Абдурахмонов С.А., Абдурахмонов Э., Донияров Н.А. Обесшламливание низкосортных фосфоритовых руд Джерой-Сардара // Горный вестник Узбекистана. – Навоий, 2009. - №1.- С. 76-77.
15. Донияров Н.А. Обогащение низкосортных фосфоритовых руд Джерой-Сардара с применением отходов производства // Горный вестник Узбекистана. – Навоий, 2009. - №1.- С. 82-83.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор **Донияров Нодиржон Абдихакимовични** 05.15.08 – «Фойдали қазилмаларни бойитиш» ихтисослиги бўйича «Марказий Қизилқум паст навли фосфорит рудаларини бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: руда, ювиш, флотация, бойитма, кимёвий бойитиш, реагент, йиғувчи, ишлаб чиқариш чикитлари, минерал, фосфор ангидриди, кальцит, соапсток, фомол.

Тадқиқот объекти: Тадқиқот объекти Жарой-Сардара фосфорит кони.

Ишнинг мақсади: Паст навли фосфорит рудаларини флотореагент сифатида ёғ-мой комбинатининг чикитларини қўллаб бойитишнинг комбинацион технологиясини яратиш.

Тадқиқот методлари: Фосфорит рудаси характеристикасини аниқлаш учун унинг таркибини кимёвий, минералогик, фазовий ва спектрал таҳлиллар ёрдамида ўрганилди. Фосфорни аниқлаш учун фотоколориметр ва магнийаммонийфосфат кўринишида чўктириш усулидан фойдаланилди. Руданинг кимёвий таркиби комплексонометрик, перманганометрик, фотоколориметрик усуллар билан аниқланди. Ренгенфазовий таҳлил ДРОН-05 дифрактометрида бажарилди, спектрлар UR-20 спектрометрида олинди.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Реагент сифатида ёғ-мой комбинати чикитлари ва янги флотореагент «Фомол» қўллаб, таркибида 27-28% P_2O_5 бўлган фойдали бойитма олиш мумкин бўлган паст навли фосфорит рудаларини бойитишнинг оптимал комбинацион технологияси яратилди.

Амалий аҳамияти: Ўтказилган изланишлар ва яримсаноат тадқиқотлари асосида таркибида P_2O_5 ни 14,8% дан 27-28% гача ошириш ва кальций модулини 2,48 дан 1,85 гача камайтириш мумкин бўлган фойдали бойитма олиш учун паст навли Жарой-Сардара конининг фосфорит рудаларини бойитишнинг комбинацион технологияси яратилди.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: ишлаб чиқилган технология «Ингичка тажриба-услубий технологик экспедицияси» ОАЖ бойитиш ускуналарида яримсаноат синовларидан ўтказилди.

Ишлаб чиқилган технологияни НКМК ҚФК да қўллаб қўтиладиган йиллик иқтисодий самарадорлик 100 000 т рудага 17,543 млн. сўмни ташкил қилади.

Қўлланилиш соҳаси: кон-металлургия ва кимё саноати.

РЕЗЮМЕ

диссертации **Дониярова Нодиржона Абдихакимовича** на тему: «Разработка технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.08 – «Обогащение полезных ископаемых»

Ключевые слова: руда, промывка, флотация, концентрат, химическое дообогащение, реагент, собиратель, отходы производства, минерал, фосфорный ангидрид, кальцит, соапсток, фомол.

Объект исследования: Объектом исследования является Джерой-Сардаринское месторождение фосфоритов.

Цель работы: Разработка комбинированной технологии обогащения низкосортных фосфоритовых руд с использованием флотореагента из отходов масложирового комбината.

Методы исследования: Для выявления характеристики фосфоритовой руды изучали его состав с помощью химического, минералогического, фазового и спектрального анализов. Для определения фосфора использовали: фотоколориметрический и метод осаждения в виде магнийаммонийфосфата. Химический состав руды определяли комплексонометрическим, перман-ганатометрическим, фотоколориметрическими методами. Рентгенофазовый анализ выполняли на дифрактометре ДРОН-05, спектры снимали на спектрометре UR-20.

Полученные результаты и их новизна: Разработана оптимальная комбинированная технология обогащения низкосортных фосфоритовых руд с применением в качестве флотореагента отходы масложирового комбината и нового флотореагента «Фомол», позволяющая получить кондиционный концентрат с содержанием P_2O_5 27-28%.

Практическая значимость: На основе проведенных исследований и полупромышленных испытаний разработана комбинированная технология обогащения низкосортных фосфоритовых руд Джерой-Сардаринского месторождения, позволяющая повысить содержание P_2O_5 от 14,8% в руде до 27-28% P_2O_5 в концентрате, а также снизить кальциевый модуль с 2,48 до 1,85.

Степень внедрения и экономическая эффективность: Разработанная технология прошла полупромышленные испытания на обогатительной установке ОАО «Ингичкинская опытно-методическая технологическая экспедиция».

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработанной технологии на ҚФК НГМК составит 17,543 млн. сум в год на 100 000 т руды.

Область применения: горно-металлургическая и химическая промышленности.

RESUME

Thesis of **Doniyarov Nodirzhon Abdihakimovich** on the scientific degree competition of the candidate of technical sciences on speciality 05.15.08 - "Enrichment of mineral resources" subject "Extraction of technologies of the enrichment low-grade phosphorous ore of Central Kyzylkum".

Key words: ore, washing, flotation, concoction, chemical enrichment, reagent, collector, waste of production, mineral, phosphoric anhydride, kaltsit, soapstok, fomol. **Subjects of the inquiry:** Object of the research is phosphorous deposit of Dzheroy-Sardara.

Aim of the inquiry: Extraction to multifunction of technology of the enrichment of low-grade phosphorous ore with the use as flotation reagent waste of oil mill.

Methods of inquiry: For revealing the feature of phosphorous ore we studied its composition by means of chemical, mineral, phase and spectral analysis. For determination of phosphorus photo colorimetric and method of besieging in the manner of magnesium ammonium phosphorous ore used. The Chemical composition of ore is defined by the complexometric, permanganometric, and photometric methods. X-ray and phase analysis run for diffractometer DRON-05, spectrums removed on spectrometer UR-20.

The results achieved and their novelty: Optimum multifunction of technology of the enrichment low-grade phosphorous ore with the using as flotation reagent waste of oil mill and new flotation reagent "Fomol", permissible getting the standard concoction with the contents of P_2O_5 27-28% is exhausted.

Practical value: On the base of the research and hall-industrial tests multifunctional technology of the enrichment of low-grade phosphorous ore of Dzheroy-Sardara deposit is exhausted, allowing to raise the contents P_2O_5 from 14,8% in ore till 26-27% P_2O_5 in concoction, as well as reduce the calcium module from 2,48 till 1,85.

Degree of embed and economic effectivity: Exhausted technology passed through hall-industrial test on concentrating equipment OJV "Ingichka experienced-methodical technological expedition".

Expected annual economic effect from introduction designed technologies on KPC NMMC will form 17,543 mln. sooms per 100 000 tons annum.

Sphere of usage: Mining-metallurgical and chemical industries.

СОИСКАТЕЛЬ: