

УДК 622.79

На правах рукописи

СТЕПАНОВА ИРИНА ЮРЬЕВНА

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
КВАРЦ-ФЛЮОРИТОВОЙ РУДЫ**

Специальность 6N0709 – Metallургия

Реферат
диссертации на соискание степени магистра

Республика Казахстан
Усть-Каменогорск
2011 г.

Работа выполнена в РГКП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева»

Научный руководитель

к.т.н. Быков Р.А.

Официальный оппонент

к.т.н. Шумский В.А.

Защита состоится 27 января 2011 года в 9-00 часов на заседании ГАК по адресу: 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19, ауд. № 421 факс 8(7232)540911.

Секретарь ГАК по защите
магистерских диссертаций

В.К. Манашева

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы. Магистерская диссертация посвящена разработке оптимальной схемы обогащения бедных кварц-флюоритовых руд, с получением качественного концентрата химической марки. Рассмотрена возможность снижения крупности дробленной руды, поступающей на измельчение. Исследовано влияние предварительной гидравлической классификации, гранулометрического состава, содержания шламов, температуры пульпы, расходов олеата натрия и жидкого стекла на результаты процесса флотации. Предложена технологическая схема обогащения бедных кварц-флюоритовых руд.

Актуальность исследования.

Флюорит (плавиковый шпат) является важнейшим сырьем для металлургической, химической, ряда специальных отраслей промышленности и пользуется постоянным возрастающим потребительским спросом.

Теоретические и экспериментальные исследования в области обогащения плавиковошпатовых руд выполнялись в разное время учеными и исследователями ВНИИХТ, МЕХАНОБР, ВИМС, ЦНИГРИ, ИрПИ, «СибцветметНИИпроект» ИОНХ АН БССР, ЛГИ им. Плеханова, ВНИИГ, ДГП «ВНИИцветмет», ТОО «Казцинктех».

В связи с закономерным ухудшением минерально-сырьевой базы становится необходимым вовлечение в переработку руд с более низким содержанием целевого компонента. Кроме того, на территории Казахстана имеется ряд не разрабатываемых на данный момент месторождений флюорита с относительно невысоким содержанием полезного компонента, но достаточно значительных по запасам руды. Данная работа рассматривает возможность переработки бедных кварц-флюоритовых руд месторождения Караджал с получением качественных концентратов, а также может оказаться полезной основой для дальнейших исследований в этой области.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время имеются определенные трудности с получением высококачественных химических концентратов и плавиковошпатовых концентратов металлургических сортов. Большое количество исследовательских работ проводимых в странах ближнего зарубежья подтверждает актуальность проблемы разработки оптимальных технологий обогащения флюоритовых руд.

Не менее важной является задача поиска путей повышения полноты использования добытого сырья и обеспечение производства высококачественной продукции, с одновременным снижением затрат на производство.

Цель магистерской диссертации – выбор схемы оптимальной переработки бедных кварц-флюоритовых руд на основе проведенного анализа патентной информации, периодических изданий и научных разработок в области обогащения кварц-флюоритовых руд с последующим

применением достижений мировой практики для выполнения исследования с применением факторного эксперимента на сырье месторождения Караджал.

Объектом исследования является бедная кварц-флюоритовая руда месторождения Караджал.

Основные методы исследования. В работе использован комплекс физических и физико-химических методов: ситовой, седиментационный, химический анализ исходного сырья и продуктов обогащения, лабораторные эксперименты по флотации, статистические и математические методы обработки экспериментальных и промышленных данных.

Научная новизна и ценность работы:

- проведен расчет уравнения регрессии и определение линии крутого восхождения к оптимуму;

- проведено исследование влияния предварительной гидравлической классификации (отмывки) на процесс флотации и уровень технологических показателей;

- исследовано влияние исходной крупности руды на характер ошламования при измельчении.

Положения, выносимые на защиту:

- оптимальные параметры для проведения флотационного обогащения бедной кварц-флюоритовой руды,

- данные по влиянию регулируемой гидравлической классификации на технологические показатели.

Практическая ценность состоит в сокращении затрат на рудоподготовку путем использования современного оборудования, оптимизации схемы измельчения, достижение стабилизации технологического процесса.

Апробация практических результатов работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на VI Международной научно-практической конференции «Эффективные инструменты современных наук – 2010» 27 апреля – 5 мая 2010.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении определены цели, задачи и предмет исследования, изложена необходимость проведения данной научно-исследовательской работы.

В первой главе проведен литературный обзор. Приведена общая характеристика рудной базы, анализ рынка потребления, рассмотрены методы и схемы обогащения флюоритовых руд, применяемые в мировой практике. На основании анализа литературных источников выбрана ожидаемая схема переработки бедной кварц-флюоритовой руды месторождения Караджал.

Теоретические и экспериментальные исследования в области обогащения плавикошпатовых руд выполнялись в разное время как отечественными учеными, так и исследователями ближнего и дальнего зарубежья.

Современные направления в обогащении флюоритовых руд обусловлены следующими требованиями потребителей плавикового шпата:

1. Обеспечение нужд металлургической промышленности в кусковом флюорите.
2. Обеспечение нужд химической и других отраслей промышленности в высококачественных флюоритовых флотоконцентрах, содержащих 95–99% CaF_2 .

Преимущественное распространение получило флотационное обогащение вследствие хорошей флотуемости флюорита и тонкой вкрапленности его в рудах.

Казахстан обладает весьма мощной базой плавиковошпатового сырья (около 13% общих запасов плавикового шпата в СНГ). Флюоритовое оруденение в Восточном Казахстане представлено месторождениями Караджал и Восточный Караджал.

Руды месторождения Караджал представлены тремя основными природными типами: кварц-флюоритовый, скарновый и флюоритоносная кора выветривания. Среднее содержание флюорита колеблется в пределах 22 – 52%.

Кварц-флюоритовая руда является наиболее распространенным типом и отличается наличием чистого жильного кварца с очень тонкой вкрапленностью флюорита. Несмотря на относительно простой вещественный состав, раскрыть и обогатить такой материал довольно трудно. Характерной особенностью скарновых руд является наличие эпидота, отрицательно влияющего на результаты флотации.

Вторая глава посвящена описанию подготовки проб к технологическим исследованиям. Произведено изучение вещественного состава руды, выбор схемы разделки пробы, выполнен ситовой и седиментационный анализ, результаты которых обработаны с помощью математических методов, осуществлен выбор схемы измельчения, подбор условий отмывки шламов перед флотацией.

Схема подготовки технологической пробы (рисунок 1) кварц-флюоритовой руды месторождения Караджал к исследованиям предусматривает следующие операции:

- отбор образцов на минералогический анализ,
- рассев материала на 5 классов крупности (+50, -50+10, -10+5, -5+2 и - 2 мм) с последующим отдельным взвешиванием и дроблением каждого класса до - 2 мм,
- перемешивание, сокращение и отбор проб на химический анализ от каждого класса крупности,
- объединение всех классов, перемешивание и сокращение,
- отбор навесок для опытов на время измельчения и флотационных испытаний,
- отбор средней пробы для химического и ситового анализов.

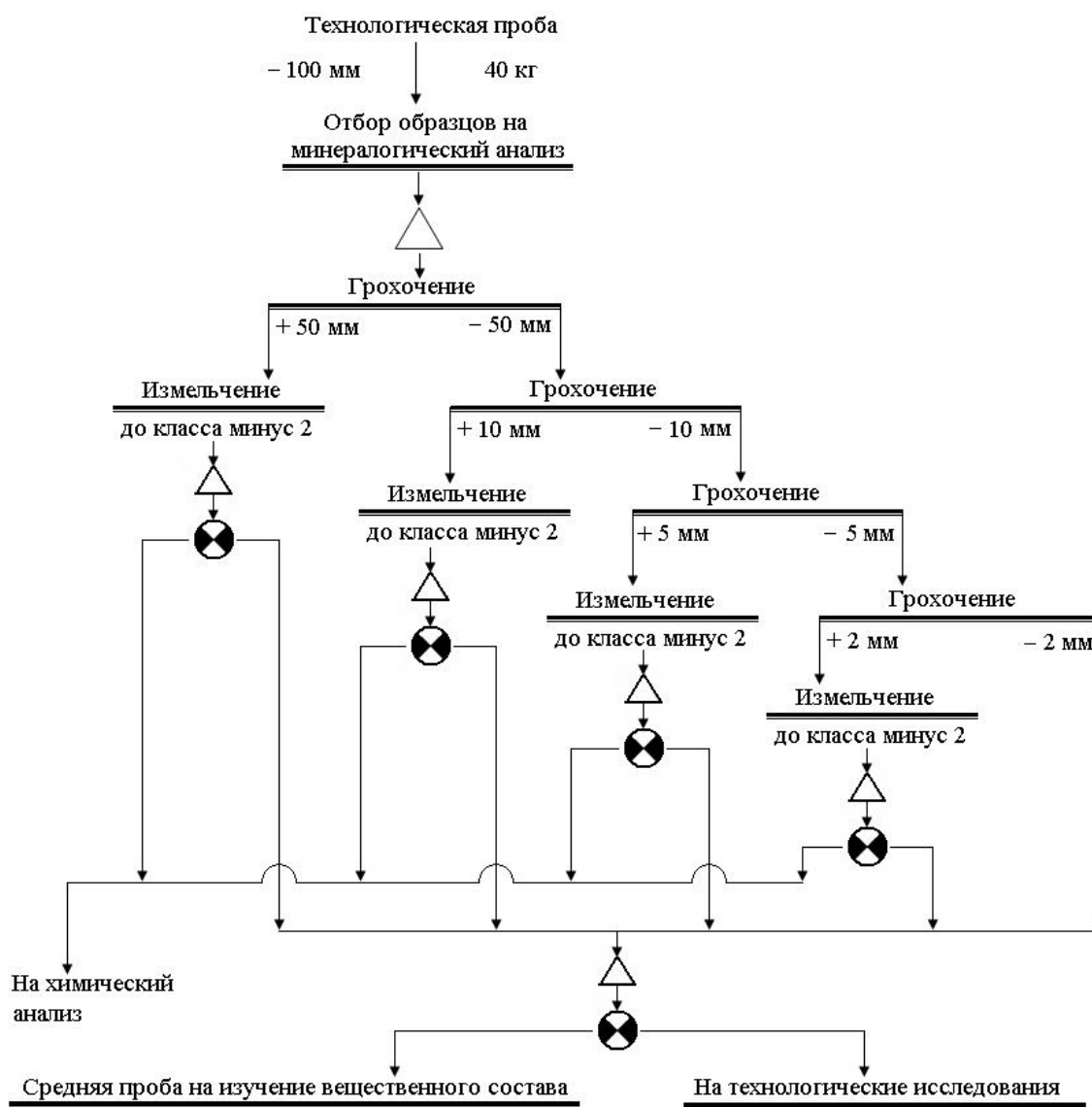


Рисунок 1 – Принципиальная схема подготовки технологической пробы кварц-флюоритовой руды

С целью сокращения затрат на рудоподготовку проверялась возможность снижения крупности дробленой руды перед ее тонким измельчением.

Так как результаты седиментационного анализа не показали существенного изменения характера ошламования при использовании класса – 10 мм (44,4% и 40,6%, таблица 1), можно считать обоснованным переход к использованию современных валковых дробилок высокого давления, например серии RP, производства KHD Humboldt Wedag. Применение данного оборудования позволит оптимизировать схему измельчения. Оптимизация достигается за счет сокращения стадий измельчения и соответственно расходов материалов и электроэнергии в этом цикле.

Таблица 1 – Результаты седиментационного анализа

Класс крупности, мкм	Проба №1		Проба №2	
	Выход классов		Выход классов	
	г	%	г	%
– 44 + 20	14,8	29,6	14,9	29,8
– 20 + 15	6,2	12,4	5,0	10,0
–15 + 10	6,8	13,6	9,8	19,6
–10 + 0	22,2	44,4	20,3	40,6
ИТОГО	50,0	100,0	50,0	100,0

Для получения высококачественного флюоритового концентрата требуется исключить вредное влияние образующихся в цикле измельчения шламов. С этой целью была произведена регулируемая гидравлическая классификация (отмывка) тонких классов руды перед подачей пульпы на флотацию.

На основании данных исследований сделан вывод об оптимальной степени отмывки, которая достигается при выходе шламов 12%. При этом качество чернового концентрата составляет 76% CaF₂ при извлечении 72,2%.

Третья глава содержит описание выполненного пятифакторного эксперимент, данные об уровнях и интервалах варьирования факторов, матрицу планирования. Указаны применяемая реплика, генераторы плана, экспериментальные значения функции отклика. Произведен расчет уравнения регрессии.

В данной работе была применена реплика 2^{5-2} . Полученный план является 1/4 репликой полного факторного эксперимента 2^5 , причем все свойства исходного полного факторного эксперимента сохранены. В качестве генераторов взяты соотношения $x_4=x_1 \cdot x_3$ и $x_5=x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$. Обобщающий контраст равен $x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 = x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_5$.

В качестве функции отклика у принята массовая доля флюорита в хвостах, %. Для построения плана были выбраны условия, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения опытов

	Факторы				
	время измельчения, мин	расход воды на отмывку, дм ³	температура пульпы, °С	расход олеата натрия, г/т	расход жидкого стекла, г/т
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Основной уровень	10	3	25	470	800
Интервал варьирования	2,5	3	5	50	80
Верхний уровень	12,5	6	30	520	880
Нижний уровень	7,5	0	20	420	720

Исследования осуществлялись открытыми опытам по схеме, изображенной на рисунке 2. Опыты в каждой точке плана дублировали с использованием рандомизации.

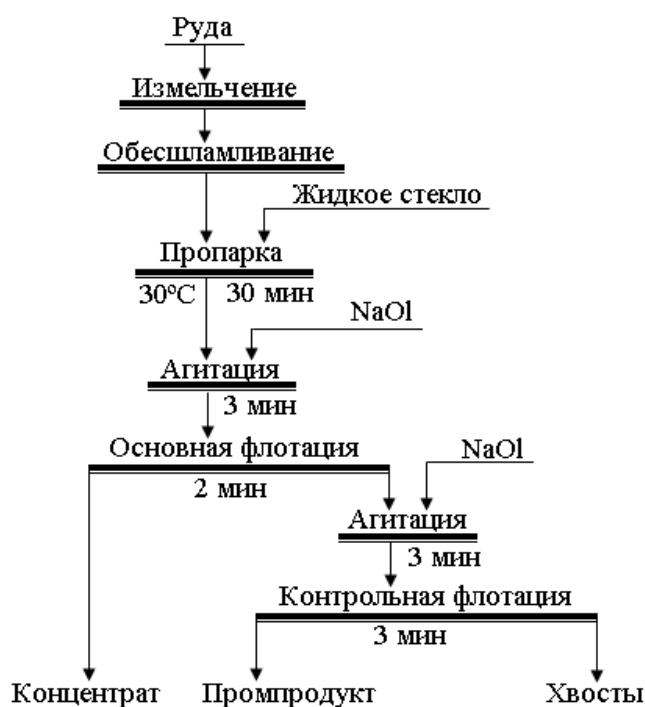


Рисунок 2 – Схема для лабораторных опытов

Результаты экспериментов использованы для подбора оптимальных параметров технологического процесса.

В четвертой главе отражены результаты, проведенных экспериментов по воспроизведению непрерывного технологического процесса в лабораторных условиях. Схемные опыты производились на основании подобранных оптимальных технологических параметров по схеме, изображенной на рисунке 3. В результате проведенных исследований были получены кондиционный флюоритовый концентрат химического сорта ФФ-95А, при извлечении CaF_2 73%.

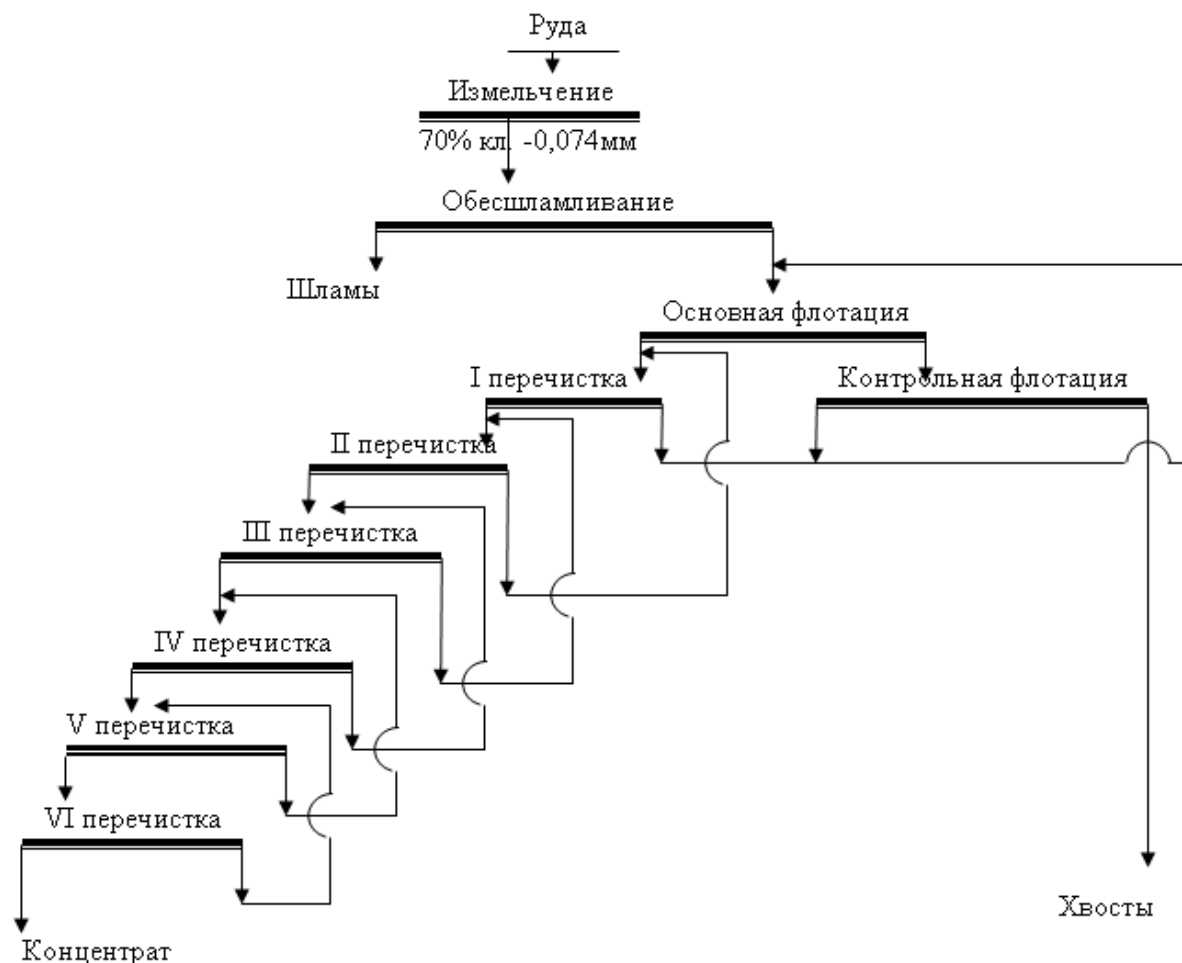


Рисунок 3 – Технологическая схема обогащения средних руд месторождения Караджал

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Краткие выводы по результатам диссертационных исследований

Проведен патентный поиск, обзор литературных источников и анализ мировой практики переработки кварц-флюоритовых руд.

Выбрана схема переработки бедных кварц-флюоритовых руд на основе анализа опыта лабораторных исследований технологических проб месторождения Караджал, выполненных ДГП ВНИИцветмет, а также опыта работы ТОО «Опытный свинцовый завод» по переработке руды указанного месторождения.

Предложена оптимальная схема измельчения руды перед флотацией, а также определена возможность проведения регулируемой гидравлической классификации тонкоизмельченной руды перед ее обогащением с минимальными потерями флюорита со шламами.

Осуществлены лабораторные эксперименты на пробе бедной кварц-флюоритовой руды по исследованию влияния на процесс флотации гранулометрического состава руды, шламов, температуры пульпы, а также количества реагентов, подаваемых в технологический процесс.

Рассчитано уравнение регрессии и определена линия восхождения к оптимуму по методу Бокса-Уилсона.

Предложена технологическая схема обогащения бедной кварц-флюоритовой руды для получения концентрата марки ФФ-95А при извлечении флюорита 73%.

Оценка полноты решения поставленных задач. В результате проведенных исследований разработана схема переработки бедной кварц-флюоритовой руды, позволяющая получить высокомарочный флюоритовый концентрат при одновременном высоком извлечении целевого компонента.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Приведенные сведения рекомендуются в качестве справочных данных для осуществления дальнейших исследований на бедных кварц-флюоритовых рудах.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. Проведенные исследования в области поставленных задач обеспечивают получение флюоритового концентрата марки ФФ-95А из бедной руды. Проведенный обзор научно-технической и патентной литературы позволяет сделать вывод о том, что работа соответствует современному научно-техническому уровню.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Быков Р.А., Адылканова М.А., Кокаева Г.А., Степанова И.Ю., Сапанов А. Технология переработки средних кварц-флюоритовых руд Восточного-Казахстана// Материалы VI Международной научно-практической конференции «Эффективные инструменты современных наук – 2010» 27 апреля – 5 мая 2010, Publishing House “Education and Science” s.r.o. (Чехия, Прага)

Степанова Ирина Юрьевна

Оптимизация технологии переработки кварц-флюоритовой руды

Специальность 6N0709 – Metallургия

АННОТАЦИЯ

Ключевые слова. Флюорит, кварц, бедная руда, гранулометрический состав, измельчение, отмывка, флотация, планирование, факторный эксперимент, дробная реплика, флотореагент, олеат натрия, жидкое стекло, концентрат, хвосты.

Актуальность исследования. Флюорит (плавиковый шпат) является важнейшим сырьем для металлургической, химической, ряда специальных отраслей промышленности и пользуется постоянным возрастающим потребительским спросом.

Теоретические и экспериментальные исследования в области обогащения плавиковошпатовых руд выполнялись в разное время, как отечественными учеными, так и исследователями ближнего и дальнего зарубежья.

В связи с закономерным ухудшением минерально-сырьевой базы становится необходимым вовлечение в переработку руд с более низким содержанием целевого компонента. Кроме того, на территории Казахстана имеется ряд не разрабатываемых на данный момент месторождений флюорита с относительно невысоким содержанием полезного компонента, но достаточно значительных по запасам руды. Данная работа рассматривает возможность переработки бедных кварц-флюоритовых руд месторождения Караджал с получением качественных концентратов, а также может оказаться полезной основой для дальнейших исследований в этой области.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время имеются определенные трудности с получением высококачественных химических концентратов и плавиковошпатовых концентратов металлургических сортов. Большое количество исследовательских работ проводимых в странах ближнего зарубежья подтверждает актуальность проблемы разработки оптимальных технологий обогащения флюоритовых руд.

Не менее важной является задача поиска путей повышения полноты использования добытого сырья и обеспечение производства высококачественной продукции, с одновременным снижением затрат на производство.

Цель магистерской диссертации – выбор схемы оптимальной переработки бедных кварц-флюоритовых руд на основе проведенного анализа патентной информации, периодических изданий и научных

разработок в области обогащения кварц-флюоритовых руд с последующим применением достижений мировой практики для выполнения исследования с применением факторного эксперимента на сырье месторождения Караджал.

Объектом исследования является бедная кварц-флюоритовая руда месторождения Караджал.

Основные методы исследования. В работе использован комплекс физических и физико-химических методов: ситовой, седиментационный, химический анализ исходного сырья и продуктов обогащения, лабораторные эксперименты по флотации, статистические и математические методы обработки экспериментальных и промышленных данных.

Научная новизна и ценность работы:

- проведен расчет уравнения регрессии и определение линии крутого восхождения к оптимуму;
- проведено исследование влияния предварительной гидравлической классификации (отмывки) на процесс флотации и уровень технологических показателей;
- исследовано влияние исходной крупности руды на характер ошламования при измельчении.

Практическая ценность состоит в сокращении затрат на рудоподготовку путем использования современного оборудования, оптимизации схемы измельчения, достижение стабилизации технологического процесса.

Степанова Ирина Юрьевна

Кварц-флюориттік кенді қайта өңдеу технологиясын оңтайландыру

Мамандығы 6N0709 – Metallургия

АҢДАТПА

Зерттеудің өзектілігі.

Флюорит (балқытылған шпат) металлургиялық, химиялық, бірқатар өнеркәсіп саласы үшін маңызды шикізат болып табылады және тұтынушылар сұранысының үздіксіз өсуіне ие.

Балқытылған шпаттық кендер байыту саласындағы теориялық және эксперименттік зерттеулерді әртүрлі уақытта отандық, сондай-ақ, таяу және алыс шетел ғалымдары мен зерттеушілері жүргізді

Минералдық-шикізат базасының заңды төмендеуімен байланысты құрамында мақсатты компоненттің аз мөлшері бар кендерді қайта өңдеуге тарту қажеттілігі туындап отыр. Сонымен қатар, Қазақстан аумағында бүгінгі күнге дейін салыстырмалы түрде құрамында пайдалы компоненттердің аз мөлшері бар, бірақ кен қорына бай флюорит кен орны қазылмаған. Бұл жұмыс Қаражал кен орнында сапалы концентраттарды алу арқылы селдір кварц- флюорит кенін қайта өңдеуді қарастырады, сондай-ақ, осы саладағы болашақ зерттеулер үшін пайдалы негіз болып табылады.

Әдеби дереккөздер талдамасы қазіргі кезде жоғары маркалы химиялық концентраттар мен металлургиялық сұрыптың балқымалы шпаттық концентратын алуға байланысты белгілі қиындықтардың бар екендігін көрсетті. Таяу шетелдерде жүргізілген зерттеу жұмыстарының көпшілігі флюориттік кен байытудың оңтайлы технологиясын әзірлеу мәселесінің өзектілігін растайды.

Алынған шикізатты толық пайдалануды арттыру жолдары мен өндіріс шығынын азайта отырып, оны жоғары сапалы өніммен қамтамасыз етуді қарастыру міндетінің де маңыздылығы арта түседі.

Магистрлік диссертация мақсаты – кварц - флюорит кендерін байыту саласындағы патенттік ақпаратты, мерзімдік баспасөз бен ғылыми әзірлемелерді талдау негізінде болашақта әлемдік іс-тәжірибеде жеткен жетістіктер арқылы Қаражалдағы кен орындарының шикізатына факторлық экспериментті қолдана отырып, селдір кварц- флюорит кендерін қайта өңдеудің оңтайлы сызбасын таңдау

Зерттеу нысаны болып Қаражал кен орнындағы селдір кварц- флюорит кені табылады.

Зерттеудің негізгі әдістері. Жұмыста кешенді физикалық, физикалық-химиялық әдістер қолданылды, олар: электік, седиментациялық, байытудың бастапқы шикізаты мен өнімдерінің химиялық талдамасы, флотация бойынша зертханалық эксперименттер, эксперименттік және өнеркәсіптік мәліметтерді статистикалық және математикалық әдістермен өңдеу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы мен құндылығы:

- кері ықпал теңдеуінің есебі шығарылды және оптимумға баратын тік сызықтың ұшар басына анықтама берілді;

- флотация және технологиялық көрсеткіштер деңгейінің үдерістеріне алдын ала жүргізілген гидравликалық жіктеменің (шаюдың) ықпалын зерттеу жүргізілді;

- кеннің бастапқы ірі қалпының оны ұсақтау кезінде пайда болатын ұнтақ үйінділеріне ықпалы зерттелді.

Іс-тәжірибелік құндылығы заманауи жабдықтарды пайдалану, ұсақтау сызбасын оңтайландыру, технологиялық үдерісті тұрақтандыруға жету жолдарымен кен дайындауға жіберілетін шығынды азайтудан тұрады.

Irina Yur'evna Stepanova

Optimization of Quartz – Fluorite Ore Process Technology

Profession 6N0709 – Metallurgy

ABSTRACT

Key words are fluorite, quartz, base, particle-size distribution, ore reduction, cleaning, flotation, sequencing, factorial experiment, fractional replication, flotation reagent, sodium oleate, alkali silicate, concentrate, tailing.

Topicality

Fluorite (fluorspar) is significant raw material for chemical industry, metallurgy and some specialized industries. It constantly grows in demand.

Fluorspar ores treatment theoretical and experimental researches were conducted by both domestic and foreign scientists.

In connection with natural phenomenon of raw materials sources deterioration it becomes necessary to involve ores with low content of target component in the processing. Besides Kazakhstan possesses reserves of low fluorite content deposits undeveloped at present time and containing fair quantities of ores. The thesis considers the possibility of Karadzhal deposit's base quartz-fluorite ores dressing with fine concentrate obtaining and might be the foundation of further inquiry in this field.

Sources of information analysis reveal some difficulty in receiving high-quality chemical concentrates and metallurgical ones. Large quantity of research works confirms the topicality of fluorspar ores concentration technology development problem.

Search for extracted mineral effectiveness increase and providing high-quality concentrate for manufacture along with cost reduction.

Research aim is the optimum circuit selection for base quartz-fluorite ores dressing based on the conducted analysis of patent information, periodicals and scientific research in the field of quartz-fluorite ores treatment and subsequent executed factorial experiment on Karadzhal deposit's raw material.

Subject of inquiry is Karadzhal deposit's base quartz-fluorite ores.

Research methods used in the thesis include physical and physicochemical methods: screen analysis, sedimentation test, chemical analysis of feed stock, concentrates and tails, flotation laboratory experiment, statistical technology and mathematical method for experimental data processing.

Scientific novelty consists of the following points.

- calculation of regression equation and the path of steepest ascent determination;
- research of the preliminary hydraulic classification (cleaning) effects on flotation and production data level;
- study of initial feed stock grain fineness impact on sludging during ore reduction.

Practical significance consists in ore-preparation cost cutting by using contemporary equipment, ore reduction circuit optimization, processing procedure stabilization achievement.