

661
754

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

На правах рукописи

Поляков Анатолий Ефимович

~~УДК 622.785.081.27:661.832~~

661.832:622.765(043.3)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ
ФЛОТАЦИОННЫМ И КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБАМИ

Специальность 08.17.01 – технология неоргани-
ческих веществ

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 1983

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском
в проектно-институте гальвани (Белорусский филиал)

Научный руководитель: кандидат химических наук,
старший научный сотрудник
СКВИРСКИЙ Л.Я.

Официальные оппоненты: доктор химических наук, профессор
АЛЕКСАНДРОВИЧ Х.М.

кандидат технических наук, доцент
ТЕТЕРЕВКОВ А.И.

Ведущее предприятие: Производственное объединение
"Урежский"

Защита состоится " 25 мая 1983 г. в
10 часов на заседании специализированного совета
К 056.01.03 при Белорусском ордена Трудового Красного
Знамени технологическом институте им. С.М.Кирова по
адресу: 220630, г.Минск, ул.Свердлова, д.13-а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Белорусского ордена Трудового Красного Знамени техноло-
гического института им. С.М.Кирова.

Автореферат разослан " 4 апреля 1983 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
К.Х.Н., С.Н.С.

ДЗЮБА Е.Л.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Основным направлением в технологии переработки калийных руд является получение высококачественных удобрений с минимальными потерями полезного вещества и высокими технико-экономическими показателями. Выпуск удобрений с улучшенными физико-химическими свойствами обусловлен потребностями сельского хозяйства, экономикой производства и повышенным спросом на мировом рынке. Совершенствование технологии переработки калийных руд и разработка новых методов получения обеспыленных и высококачественных удобрений позволят внести существенный вклад в выполнение решений XXVI съезда КПСС по увеличению производства и улучшению качества удобрений, обеспечивающие успешное выполнение Продовольственной программы. Сильвинитовые руды Советского Союза перерабатываются с применением различных технологических схем, в основу которых положены галургический (химический), либо флотационный методы обогащения. Указанные методы специфичны и получение высококачественных удобрений при переработке сильвинитовых руд является сложной научно-технической задачей. Существующая на флотационных фабриках производственного объединения "Белорускалий" технология обеспечивает получение мелкозернистого концентрата (90-91% KCl), содержащего значительное количество пылевой фракции и склонного к слеживанию. Особенности флотации растворимых солей, обусловленные полидисперсным составом сильвинитовых руд, высоким содержанием глинисто-карбонатных примесей, специфическим действием реагентов в насыщенных солевых растворах, определяют необходимость проведения специальных исследований закономерностей селективности разделения сильвина и галита.

В проблеме получения высококачественных удобрений важной является разработка и выбор оптимальной технологической схемы с использованием сочетания флотационного и галургического методов - комбинированного метода переработки. Существенный вклад в исследования селективности флотации руд внесли ведущие советские ученые в области теории и практики флотации И.Н.Плаксен, М.А.Эйгелес, В.А.Глембоцкий, С.И.Полькин, С.М.Митрофанов, О.С.Богданов, В.И.Классен, В.А.Малиновский, С.И.Горловский и др. Изучением особенностей флотационного и комбинированного методов переработки калийных руд занимались

6682 гр.

БИБЛИОТЕКА ВТИ
г. С. М. Кирова

И.Шуберт, А.Зингевальд, А.И.Стремовский, Х.М.Александрович, В.А.Кремер, Н.Н.Тетерина, В.В.Вязовов, А.А.Желнин, Н.Ф.Меценяков, Ю.С.Мочульская и др.

Однако в настоящее время отсутствуют эффективные и экономичные способы флотационного разделения высокоглинистых сильвинитовых руд, что сдерживает решение проблем, связанных с повышением качества готовой продукции.

Цель работы. Основной целью работы являются исследование и разработка методов повышения селективности флотационного разделения калийных руд, разработка оптимальной технологии получения высококачественных калийных удобрений с использованием комбинированного метода.

Научная новизна. Наличие в сильвинитовой суспензии глинисто-карбонатных минералов и тонкодисперсных солевых фракций затрудняет возможность получения высококачественных удобрений флотационным методом. Впервые исследовано влияние высокодисперсного галита (NaCl) ($-0,1+0$ мм) на сорбцию собирателя (солей алифатических аминов) сильвином и на селективность процесса флотации; разработаны способы устранения отрицательного влияния высокодисперсного галита путем оптимизации вещественного и дисперсного состава солевых суспензий. Изучение влияния pH среды и реагентов-модификаторов (карбоксиметилцеллюлозы, сульфит-спиртовой барды, полиакриламида и др.) на показатели флотации перечистных операций.

Изучены критерии оценки и разработаны пути повышения селективности флотации. Проведен анализ и разработана комбинированная схема обогащения сильвинитовых руд, включающая, наряду с флотацией, галургическую переработку высокодисперсных фракций сильвинового концентрата, что обеспечивает получение 96%-ного хлористого калия.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались на научно-техническом Совете Белорусского филиала (1976-1982 гг.) и Ученом Совете ВНИИГалургии (1979 г., 1982 г.) на научно-технических конференциях молодых галургов (Ленинград, 1976 г.), "Совершенствование добычи и переработки калийных руд" (Солигорск, 1978 г.), "Добыча и переработка калийных солей Старобинского месторождения" (Минск, 1982 г.).

Объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора

литературы, четырех глав, содержащих результаты исследований и их обсуждение, общих выводов и приложений. Работа изложена на 179 страницах машинописного текста, включая 31 рисунок, 27 таблиц и список цитированной литературы из 154 наименований советских и зарубежных авторов.

Методика исследований. Для решения поставленных задач выполнены лабораторные флотационные исследования, опытные, промышленные испытания, физико-химические методы изучения сорбции аминов на поверхности NaCl, KCl, аналитические расчеты. При обработке результатов экспериментов использовались методы математической статистики. Селективность флотации изучалась методом многофакторного планирования эксперимента.

Практическая ценность. Разработан и рекомендован к внедрению реагентный режим с использованием модификатора сульфит-спиртовой барды на флотационных фабриках ПО "Белорускалий", позволяющий повысить качество концентрата и снизить потери хлористого калия. Годовой экономический эффект от внедрения составит 124 тыс.руб.

Разработана технология получения 96%-ного хлористого калия, включающая флотацию класса $-0,8+0,25$ мм и галургическую переработку флотационных пылевидных продуктов (флотоконцентрата крупностью $-0,25+0$ мм, пыли сушильных установок, фильтра концентрата), защищенная авторскими свидетельствами СССР № 697488, № 806605. Данная технология положена в основу реконструкции калийных фабрик, намеченных на 1987-1989 гг. Ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии по комбинированной схеме составляет 1052,4 тыс.руб.

Предложены рекомендации по повышению селективности флотационного разделения высокоглинистых сальвинитовых руд за счет увеличения степени обесшламливания руды, защищенные авторскими свидетельствами СССР № 574427, № 891597. Экономический эффект от внедрения составил 320 тыс.руб./год.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе (литературный обзор) анализируется современное состояние способов получения высококачественных калийных удобрений флотационным и комбинированным методами. Рассмотрены физико-химические особенности гидрофобизирующего действия солей алифатических аминов - собирателей сальвина.

С точки зрения селективности разделения минералов проанализированы литературные данные по влиянию на сорбцию собирателя физико-химических особенностей строения разделяемых минералов и состояния их поверхности. Показано отсутствие единого взгляда на влияние вещественного состава, крупности разделяемых солей, дефектов поверхности минералов, действия применяемых реагентов, технологических особенностей схем на селективность флотационного разделения калийных руд.

Изучение этих вопросов и составляет основное содержание диссертации.

Во второй главе исследована сорбция солянокислого амина хлоридами калия и натрия различной крупности. Показано, что мелкие классы хлористого натрия (менее 0,1 мм) сорбируют значительное количество аминов, превосходя по активности крупные классы (-1,6+0,5 мм) хлористого калия. (Рис. 1).

Сорбция солянокислого амина хлоридами калия и натрия описывается уравнениями Фрейндлиха, показатели степени которых изменяются от 0,6 до 1,5.



Рис. 1. Адсорбция ОДА·НСІ силивином 1-6 и галитом 1' - 6' различной крупности:

- 1, 1'-1,6+1,0 мм; 2, 2'-1+0,5 мм; 3, 3'-0,5+0,25 мм;
4, 4'-0,25+0,1 мм; 5, 5'-0,1+0,044 мм; 6, 6'-0,044+0 мм

Рис. 2 иллюстрирует влияние тонкодисперсного NaCl на сорбцию амина хлористым калием и на его флотацию. Как видно из приведенных данных высокодисперсный галит способен десорбировать амин с поверхности KCl, уменьшая тем самым извлечение и содержание его в концентрате.

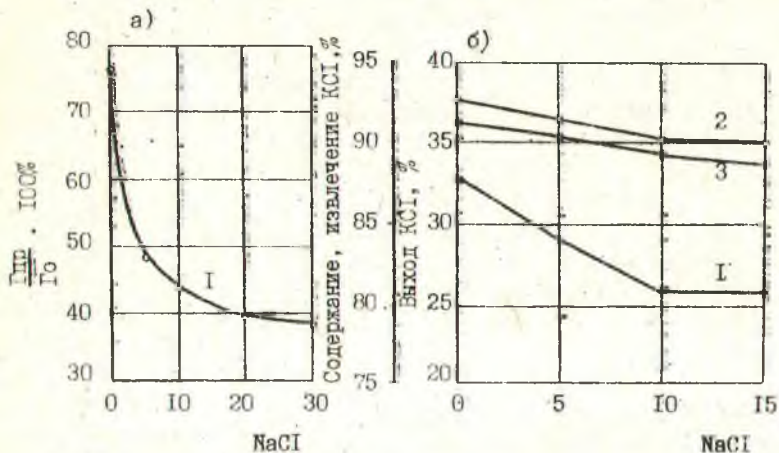


Рис. 2. Влияние хлористого натрия на сорбцию ОДА-KCl хлористым калием (а) и флотацию сальвина (б)

- а) 1 - KCl - 1,6+1,0 мм, б) 1 - выход, %;
 2 - содержание, %;
 3 - извлечение, %.

Целью перечистных операций является отделение мелких частиц галита из черного концентрата. Перед перечистой операцией осуществляется контактирование черного концентрата с насыщенным солевым раствором для десорбции амина с поверхности хлористого натрия. При этом соотношение жидкой и твердой фазы составляет 4(5):1. Однако опыты по десорбции амина с поверхности высокодисперсного галита показывают, что для достаточно полного удаления амина требуется увеличение объема промывного солевого раствора в 1,5-2 раза. При существующем количестве солевого раствора на поверхности хлористого натрия остается до 70% амина, которое может быть уда-

лено при дальнейшей промывке. Увеличение объема промывного раствора технологически затруднено, что приводит к необходимости применения других приемов, способствующих интенсификации десорбции амина с поверхности высокодисперсного галита с целью повышения селективности флотационного обогащения.

Одним из путей, способствующих десорбции солянокислого амина, является изменение форм его на поверхности галита за счет изменения pH среды и использования реагентов-модификаторов. Показано, что с уменьшением величины pH ниже 9,0 происходит резкое уменьшение прочности закрепления амина поверхностью галита и возрастает сорбция амина сильвином, что дает возможность воздействовать на процесс разделения этих минералов.

Использование реагентов-модификаторов для устранения отрицательного действия глинисто-карбонатных шламов на флотацию сильвина (уменьшение сорбции собирателя шламом, гидрофиллизация его поверхности) нашло широкое применение в практике обогащения сильвинитовых руд. Вместе с тем, применение подобного типа реагентов для увеличения десорбции амина с поверхности галита и повышения селективности перечистных операций не нашло распространения в настоящее время. Нами испытывались широко распространенные в практике флотационного обогащения сильвинитов такие реагенты-модификаторы как анионоактивные - натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ) и сульфит-спиртовая барда (ССБ), слабодиссоциированные реагенты типа полиакриламида (ПАА) и мочевино-формальдегидных смол (М-2).

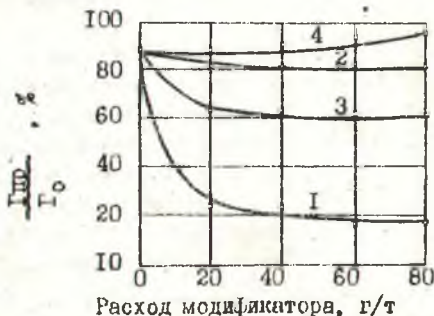


Рис. 3. Влияние модификаторов на сорбцию ОЦА-НС1 хлористым натрием (класс -0, I+II мм)
 I - ССБ, 2- NaКМЦ, 3 - М-2, 4 - ПАА

Рис. 3 иллюстрирует влияние этих реагентов на сорбцию солянокислого октадециламина высокодисперсным (менее 0,1 мкм) хлористым натрием.

Как видно из приведенных данных введение ССБ значительно уменьшает количество амина, сорбированного высокодисперсным галитом, в то время как NaCl, ПАА, М-2 оказывают меньшее влияние. Подобный характер действия модификаторов на сорбцию амина может быть объяснен тем, что сульфит-спиртовая барда содержит хорошо диссоциирующие сульфогруппы, способные связывать амин во флотационно неактивные комплексы, тогда как натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы, содержащая карбоксильные группы, и мочевино-формальдегидные смолы, имеющие метилольные группы, в меньшей мере склонны к образованию таких комплексов. Полиакриламид практически не взаимодействует с амином. Показано, что наряду с уменьшением сорбции амина ССБ гидрофилизует высокодисперсный галит и глинистые частицы (НО) и разрушает коагуляционные структуры в системе сильвин-высокодисперсный галит-амины, снижая тем самым возможность перехода галита в пенный продукт.

В третьей главе рассмотрены факторы, определяющие селективность флотационного разделения солевых минералов. Результаты флотации зависят от содержания полезного компонента в руде, крупности обогащаемого материала, наличия сростков, легко шламующихся глинистых примесей, плотности суспензии, реагентного режима, технологических схем переработки руд, конструкции флотомашин и др.

По результатам опытно-промышленных испытаний установлена зависимость между содержанием KCl в исходной руде (в пределах 25-35%) и качеством получаемых концентратов:

$$\beta = 116,7 - 2,07\alpha + 0,04\alpha^2,$$

где: β - содержание KCl в концентрате, %;

α - содержание KCl в руде, %.

Повышение содержания KCl в руде на 1% приводит к увеличению содержания его в концентрате на 0,15-0,25%. Гранулометрический состав питания флотации в значительной мере определяет технологические показатели. В промышленных условиях изучалась кинетика флотации сильвина различной крупности с определением сорбции амина на различных классах и исследовалась эффективность основной и перечистных операций. Анализ

содержания КСИ в различных классах крупности в пенном продукте по камерам основной флотации (рис. 4) показывает, что содержание КСИ в классах +0,8 и +0,5 мм снижается незначительно по фронту флотации.

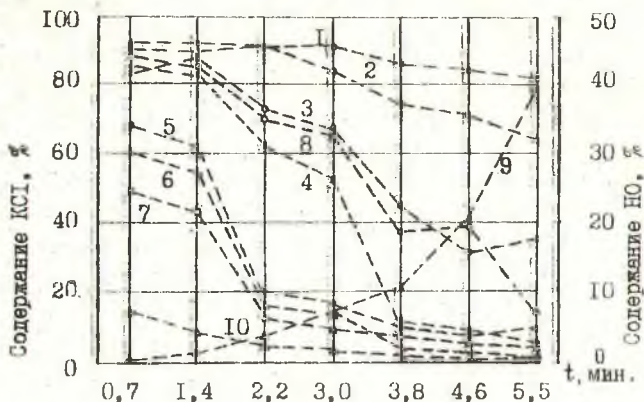


Рис. 4. Содержание КСИ и NO (9) в черновом концентрате и различных его классах крупности (мм):

1 - +0,8; 2 - -0,8+0,5; 3 - -0,5+0,25;

4 - -0,25+0,18; 5 - -0,18+0,074;

6 - -0,074+0,044; 7 - -0,044+0;

8, 10 - содержание КСИ в пенном и камерном продуктах соответственно;

t - время флотации, мин.

Оптимизация granulометрического состава руды с целью получения максимального содержания КСИ в концентрате заключается в снижении содержания классов -0,18 мм в питании флотации. Флотация сидьвинита < 0,18 мм менее селективна - содержание КСИ в этих классах в пенном продукте 4-7-й камерой не превышает 5-40%.

Для характеристики селективности флотационного разделения использован критерий селективности Годена $K = \sqrt{\frac{b}{a}}$,

где β, θ - содержание КСІ в концентрате и камерном продукте соответственно, %. Анализ показывает, что ход кривых селективности симбатен кривым средневзвешенной крупности пенного продукта (Рис. 5а). Обратная зависимость обнаружена между селективностью и содержанием НО в пенном продукте, а также степенью гидрофобизации поверхности минералов крупностью -0,18 мм.

Увеличение плотности сорбционного слоя характерно для сфлотированных минералов в 4-7-й камерах. Начиная с 4-й камеры снижается селективность процесса, возрастает флотация тонких фракций и НО. В этих условиях вероятность флотации крупных зерен уменьшается и для их перевода в пенный слой требуется более плотный сорбционный слой амина (более 2-3 слоев) (Рис.5б).

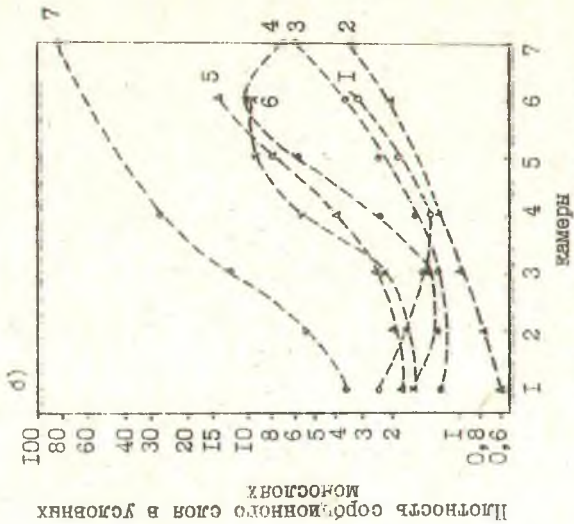
Показано, что существует тесная связь между селективностью процесса и плотностью сорбционного слоя, гранулометрическим составом и степенью обесшламливания питания флотации. Это определяет способы интенсификации флотационного разделения КСІ и NaСІ путем дифференциации реагентных режимов для различных классов крупности, оптимизации питания по крупности, а также применения эффективного обесшламливания калийных руд.

Методом многофакторного планирования эксперимента исследована селективность флотации. За параметр оптимизации принят критерий селективности разделения по Волоскову $\xi = \frac{\beta \cdot \theta}{95}$,

где ξ - извлечение КСІ в концентрат, %; β - содержание КСІ в концентрате, %. В лабораторных условиях исследовалось влияние - содержания КСІ в руде (X_1), содержание фракции -0,1+0 мм в питании флотации (X_2), степень обесшламливания (X_3), расход модификатора NaКМЦ (X_4) и собирателя ОДА (X_5). Из анализа уравнения регрессии в нормальном виде:

$$\xi = 94,87 + 0,17X_1 - 0,62X_2 - 0,05X_3 - 0,02X_4 - 0,12X_5 - 0,002X_1X_3 + 0,004X_4X_5,$$

полученного для условий эксперимента, установлено, что селективность разделения КСІ и NaСІ значительно зависит от качества руды, содержания классов -0,1+0 мм и расхода собирателя. В меньшей степени, на селективность флотации влияют степень обесшламливания и расход депрессора. Полученные результаты явились основой для разработки путей повышения



Сорочия ОДА-НС1 на бранных различной крутизны пняного продукта

- 1 - +0,8; 2 - 0,8+0,5; 3 - 0,5-0,25;
- 4 - 0,25+0,18; 5 - 0,18+0,074;
- 6 - 0,074+0,044; 7 - 0,044+0 мм

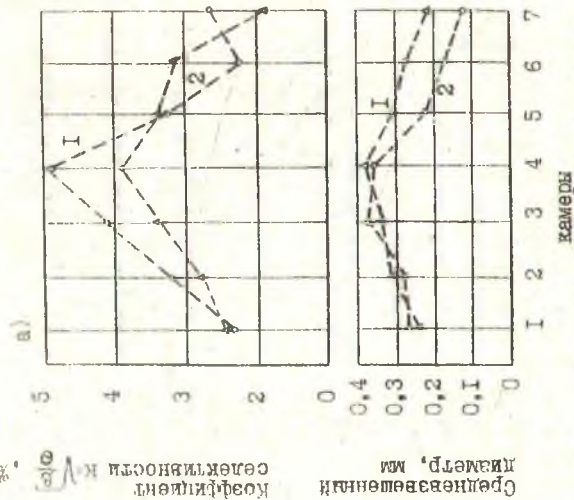


Рис.5. Влияние гранулообразования и обесшламливания на селективность основной флотации

- 1 - трехстадийная, обесшламливания
- 2 - двухстадийная, обесшламливания

селективности разделения сильвинитовых руд.

В четвертой главе рассматриваются эффективные методы повышения селективности разделения солевых минералов на перечистных операциях при флотации калийных руд. С целью совершенствования технологии перечистных операций нами изучены перечистная флотация черногового концентрата в высоком пенном слое, классификация промпродукта, влияние pH среды и действие сульфит-спиртовой барды на перечистных операциях.

Испытания по перечистке черногового концентрата в пенном сепараторе МПСГ-I на опытной фабрике ПО "Белорускалий" показали возможность повышения содержания КСI в концентрате на 1,5-2% по сравнению с перечисткой на механической флотомашине Механобр-3. Проведенные лабораторные исследования по влиянию солевого шлама промпродукта (-0,1 мм) на флотиремость сильвина крупностью -0,5+0 мм показали целесообразность классификации и вывода из цикла измельчения этой фракции в отвал, что позволяет повисить селективность флотации.

Адсорбционные исследования показали, что регулированием pH среды возможно изменение количества закрепившегося амина на поверхности солевых минералов и, следовательно, ее гидрофобизация. В связи с этим представлялось рациональным провести флотацию при pH ниже 7. Лабораторные испытания показали, что при pH = 6,2-6,5 содержание КСI в концентрате составляет 94,5%, что на 1,4-1,5% выше по сравнению с перечисткой при pH = 7-7,2. Разработанный метод повышения эффективности перечистных операций подтвержден в условиях опытной фабрики ПО "Белорускалий".

Важным вопросом флотационного обогащения является подбор условий для селективного разделения солевых минералов за счет применения реагентов-модификаторов. Показано, что ССБ оказывает более эффективное влияние на перечистную операцию по сравнению с NaKMЦ, что согласуется с влиянием этих реагентов на сорбцию собирателя.

Лабораторные исследования подтверждены опытными и промышленными испытаниями. Результаты промышленных испытаний (табл. I) показали, что подача ССБ в количестве 10-13 г/т на вторую перечистку повышает качество концентрата на 0,6-0,8%, снижает содержание H₂O в концентрате на 0,2-0,3%. Это позволило рекомендовать ССБ к внедрению на флотационных

фабриках Ю "Белорускалий".

Таблица I

Результаты промышленных испытаний применения
ССБ на второй перерывной операции

	Без ССБ			С ССБ		
	ж:т т/ч	KCl, %	NO, %	ж:т т/ч	KCl, %	NO, %
Руда	164	25,3	5,3	165	24,9	5,2
Питание флотации	1,5	25,8	2,1	1,5	26,7	2,3
Хвосты	2,6	2,9	2,1	2,9	3,0	2,2
Концентрат II перерывки	1,0	93,0	1,1	0,9	93,8	0,8
Черновой концентрат	1,6	78,9	1,7	1,8	80,2	1,6
Концентрат I перерывки	1,3	89,1	1,4	1,3	89,7	1,3
Пенный продукт I-7 кам.	2,0	73,7	2,1	2,1	76,3	2,1
Концентрат контрольной флотации	6,6	36,2	9,7	6,7	38,9	10,7
Промпродукт I перерывки	20,6	10,7	5,2	20,1	12,7	5,2
Промпродукт II перерывки	52,8	60,6	8,2	38,5	61,7	7,2
Реагенты, г/т руды						
амины	59,0			54,0		
NaKMCl	339			333		
ССБ	-			10-II		

В этой главе дан анализ физико-химических и технологических факторов, влияющих на получение высококачественного концентрата, приведены результаты разработки технологической схемы получения 96%ного KCl и даны рекомендации для промышленной ее реализации.

Показано, что основными причинами низкой селективности флотационного разделения солевых минералов являются:

- низкое содержание KCl в руде, неравномерная и тонкая вкрапленность минералов;
- переизмельчение руды при подготовке к флотации (выход класса менее 0,1 мм свыше 20%);
- неэффективное обесшламливание из-за повышенного содержания тонкодисперсных фракций (менее 0,1 мм);
- неэффективная схема основной и перерывной флотации;
- отсутствие раздельного кондиционирования суспензий с реагентами перед флотацией;

- невысокое селективное действие применяемых реагентов; и др.

Осуществление указанных разработок позволяет увеличить содержание КСI в концентрате до 92-93%. Дальнейшее повышение содержания КСI до 96% без значительных потерь сопряжено с реконструкциями фабрик. Радикальным методом является разработка технологической схемы доводки качества концентрата до 95-96%, позволяющей перерабатывать неселективно флотирующиеся тонкозернистые фракции шильвина в отдельном цикле. Анализ экспериментального по селективной флотации калийных руд различной крупности, а также тенденций развития технологии производства на зарубежных предприятиях показывают, что наиболее перспективной является комбинированная схема переработки калийных руд.

Технико-экономический и технологический анализ путей повышения содержания КСI в концентрате для условий флотационных фабрик ПО "Белорускалий" показал перспективность применения, наряду с флотацией руды фракции (-0,8+0,2 мм) химического метода переработки тонкодисперсных фракций концентрата (-0,20+0 мм). Выбор технологической схемы должен обеспечивать оптимальное сочетание галургического и флотационного методов. Основные условия применения методов: флотационного - обеспечение максимальной эффективности при селективном разделении солевых минералов, галургического - минимальное количество перерабатываемого продукта. Выбор крупности руды, направляемой на флотацию и галургию, проведен на основе исследований флотационного разделения различных классов крупности. С максимальной селективностью флотируются фракции (мм) +0,8; -0,8+0,25, с низкой селективностью (мм) -0,19+0; класс -0,25+0,18 мм занимает промежуточное положение и может быть отнесен к любой из групп.

Адсорбционные исследования подтверждают отрицательное влияние тонких частиц на флотирруемость и сорбционные свойства поверхности крупных частиц КСI. Так, наличие 25-30% тонкодисперсных фракций в 2 раза снижает удельную адсорбцию амина на минералах КСI+NaCl крупностью -0,8+0,1 мм. Таким образом, выделение из питания флотации фракции -0,18+0,044 мм позволяет значительно повысить эффективность процесса флотации.

Основными продуктами, содержащими тонкодисперсные фракции являются фугаты и фильтраты при обезвоживании, тонкозернистый концентрат, циклонная пыль и др.

Критериями выбора оптимального варианта комбинированной схемы явились:

- минимальные тепловые затраты на 1 т кристаллизата;
- получение 96%-ного KCl;
- максимальное извлечение KCl из руды.

Технико-экономическая оценка 12 вариантов комбинированной схемы получения 95-96%-ного хлористого калия из руды, содержащей 27% KCl и 5% NO, показала, что этим требованиям удовлетворяет схема переработки, по которой удельный расход пара 0,351 Гкал/т, содержание KCl в концентрате 95,8% извлечение KCl составляет 85%. Схема (рис.6) включает флотационный и галургический циклы. Во флотационный цикл входит измельчение руды до флотационной крупности -0,8 мм; обесшламливание и классификация руды на фракции -0,8+0,18 (0,2) мм и -0,18 (0,2) +0,044 мм; флотация фракции (-0,8+0,2 мм) с получением 94-95% KCl; флотация фракции -0,2+0,044 мм с целью выделения 85+89%-ного KCl для галургического цикла. Галургический цикл состоит из растворения отфильтрованных продуктов, фильтрации продуктов питания галургического цикла, осветления насыщенных щелоков, регулируемой вакуум-кристаллизации с получением 96%-ного KCl, промывки и обезвоживания галитового отвала, обезвоживания и сушки концентратов (флотационного и галургического. Характеристика концентрата по крупности приведена в табл 2.

Таблица 2

Гранулометрический состав концентрата

Наименование схемы	Классы крупности, мм					
	+0,8	-0,8 +0,5	-0,5 +0,25	-0,25 +0,1	-0,1 +0,074	-0,074
Флотационная	2-4	14-18	28-33	25-30	8-11	12-14
Комбинированная	10-15	35-40	30-40	8-13	1-2	

Комбинированная схема проверена в условиях опытной фабрики ПО "Белорускалий". Крупность хлористого калия, полученного по комбинированной схеме, отвечает гранулометрическому составу обесшлямливаемого калийным удобрениям. Содержание фракции 0,1 мм в готовом продукте составляет не более 2%.

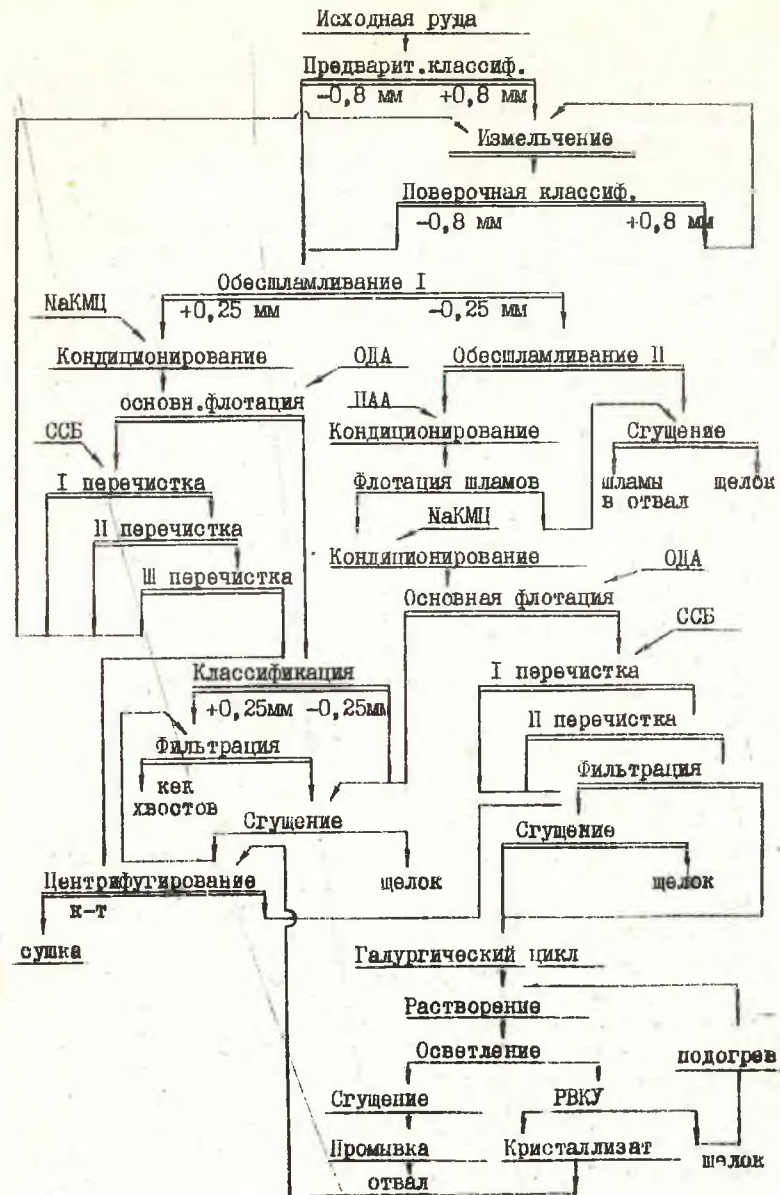


Рис. 6. Комбинированная схема обогащения

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основе изучения адсорбционной активности солевых минералов различной крупности и особенностей селективного флотационного разделения сильвинитов с повышенным содержанием тонкодисперсных солевых частиц и глинисто-карбонатных шламов установлена высокая адсорбционная активность галита крупностью $-0,1+0,1$ мм к алифатическим аминам, соизмеримая с аналогичными свойствами крупнозернистого хлористого калия ($-1,6+0,5$ мм) и являющаяся одной из причин снижения эффективности флотации сильвина.

2. Показано влияние pH среды и добавок анионоактивных веществ (сульфит-спиртовая барда, NaKMnO_4) на десорбцию амина с поверхности галита и разрушение коагуляционных структур типа NaCl-KCl -амины, обеспечивающих повышение селективности перечистных операций.

3. Методом многофакторного планирования эксперимента исследовано влияние на процесс селективной флотации содержания полезного компонента в руде, крупности обогащаемой руды, содержания солевого и глинисто-карбонатного шламов и расхода реагентов-собирателей и модификаторов. Получено уравнение регрессии, описывающее зависимость селективности флотации от этих факторов. Показано, что основное влияние на селективность разделения флотацией оказывает содержание KCl в исходном питании, наличие фракции менее $0,1$ мм и расход собирателя.

4. Изучено влияние глинисто-солевых шламов на селективность флотационного разделения калийных руд. Установлена взаимосвязь между степенью обесшламливания калийных руд и селективностью их разделения. Полученные закономерности подтверждены в промышленных условиях обогатительных фабрик 2-го и 3-го рудоправлений ПО "Белорускалий" при внедрении разработанного БФ ВНИИГ флотационного обесшламливания песков гидросепаратора, обеспечивающего улучшение селективности разделения и получения экономического эффекта 320 тыс.руб./год.

5. Испытаны в опытно-промышленных и промышленных условиях способы повышения селективности перечистных операций за счет изменения pH среды и использования сульфит-спиртовой барды на перечистной операции. Метод рекомендован для внедрения на ПО "Белорускалий". Ожидаемый экономический эффект на CO_2 2 РУ составил 124 тыс.рублей.

6. Разработана комбинированная схема технологического процесса получения концентрата, содержащего 95-96% KCl, включающая флотацию класса $-0,8+0,25$ мм и галургическую переработку флотационных пылевидных продуктов (флотоконцентрат крупностью $-0,25$ мм) с использованием регулируемой вакуум-кристаллизации. Комбинированная схема переработки сильвинитов Старобинского месторождения позволяет получать продукт с низким содержанием пылевидных фракций. Выполнен проект опытно-промышленной секции. Экономический эффект от внедрения предлагаемого технологического процесса составит 1052,4 тыс.руб/год.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Поляков А.Е. Селективность флотации калийных руд и выбор критериев ее оценки. - В кн. "Флотационное обогащение калийных руд", Л., 1975, с. 32-40.

2. Поляков А.Е. Влияние регуляторов среды и модификаторов на селективность перечистных операций. - Реф.инф.Сер. "Калийная промышленность", М., изд. НИИТЭХИМ, 1977, вып. 3, с. 3-4.

3. Поляков А.Е., Сквирский Л.Я., Махлянкин И.Б., Загнибеда Н.И. Влияние величины pH среды на селективность разделения солевых минералов. Хим. пром. 1977, № 3, с.201-202.

4. Махлянкин И.Б., Подлесная З.С., Зеленкина В.Г., Поляков А.Е. Технология получения высококачественных калийных удобрений по схеме с отдельной переработкой крупных и тонких зерен. - В кн. "Повышение качества калийных удобрений", Л., 1978, с. 88-94.

5. Махлянкин И.Б., Мочульская Ю.Ч., Подлесная З.С., Поляков А.Е., Гамилов М.А., Зеленкина В.Г. Раздельно-ступенчатая флотация калийных руд. - В кн.: Обогащение калийных руд., Л., 1972, с.56-63.

6. Кисель Л.В., Бахмутская Л.В., Поляков А.Е. Влияние реагентов-модификаторов на селективность флотационного разделения сильвинитов Старобинского месторождения. - Реф.инф. Сер. "Калийная промышленность", М., изд. НИИТЭХИМ, 1982, вып.3, с. 23-24.

7. Бахмутская Л.В., Загнибеда Н.И., Кисель Л.В., Поляков А.Е. Флотация сильвинитовых руд Старобинского месторож-

... с применением лигносульфонатов. - Республиканская конференция молодых ученых и специалистов, посвященная вопросам добычи и переработки калийных солей Старобинского месторождения. Тезисы докладов. - Минск, 1982, с. 31.

8. Мамедов А.И., Поляков А.Е., Титков С.Н. Магнитогидродинамическая сепарация калийных руд. Деп. № 853/76 НИИТЭХИМ, Черкассы, 1976.

9. А.с. 574427 (СССР). Способ получения калийных удобрений. Махлянкин И.Б., Ушков В.Я., Рожков В.К., Яценко В.М., Поляков А.Е., Гамбаров М.А., Себалло В.А., Турко М.Р., Вайнтрауб Б.Г., Борода В.Т. - Оpubл. в Б.И., 1977, № 36.

10. А.с. 697488 (СССР). Способ получения калийных удобрений. Махлянкин И.Б., Кубасов В.А., Себалло В.А., Вайнунский С.И., Яценко В.М., Поляков А.Е., Подлесная Э.С., Гамбаров М.А. - Оpubл. в Б.И., 1979, № 42.

11. А.с. 806605 (СССР). Способ извлечения хлористого калия. Вязовов В.В., Федоров Г.Г., Поляков А.Е., Махлянкин И.Б. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 7.

12. А.с. 891597 (СССР). Способ переработки высокоглинистых калийных руд. Махлянкин И.Б., Воробьев Н.И., Поликарпов В.А., Гамбаров М.А., Борода В.Т., Печеник С.А., Поляков А.Е. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 47.

авт. заяв.

Анатолий Едимович Поляков
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ КАЛИЙНЫХ
УДОБРЕНИЙ ФЛОТАЦИОННЫМ И КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБАМИ

Подписано в печать 14.03.83 АТ 16586 Формат 60x84 I/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз.
Заказ 180 . Бесплатно.

Отпечатано на ротационной машине Белорусского ордена Трудового
Красного Знамени технологического института им. С.М. Кирова
220630. Минск, Свердлова, 13.