

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации «Ионный состав и фазовые равновесия в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  при переработке алюминиевого сырья с повышенным содержанием калия», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия (технические науки)

В настоящее время РФ занимает 2<sup>ое</sup> место в мире по выплавке алюминия, производя 3,71 млн. т, что составляет 7,2% мировых производственных мощностей.

Несмотря на впечатляющие показатели, данная ситуация неустойчива ввиду слабости собственной сырьевой базы, которая ориентирована на импортные поставки глинозема. Так, по данным таможенной статистики за 2021 год, импорт глинозема составил 4,7 млн. т при собственном производстве 3,1 млн. т, что предполагает импортозависимость отрасли на 60% и является следствием:

- во-первых, высокого качества импортного сырья, которое проще приобретать на свободном рынке без долгосрочных вложений в геологоразведочные работы на территории РФ;
- во-вторых, российские производители исторически ориентированы только на переработку бокситов и нефелинов, снимая, таким образом, риски потери извлечения и качества получаемого глинозема при переходе на новые виды сырья. Данный подход позволяет эксплуатировать имеющиеся мощности без несения дополнительных капитальных затрат с выпуском в качестве товарной продукции глинозема и карбоната натрия.

Новая политическая реальность 2022 года показала недооцененность рисков, связанных с возможностью ограничения экспорта сырья в Россию. В связи с этим принципиальным становится вопрос независимости алюминиевого производства РФ от внешних поставок, что предполагает как развитие сырьевой базы, так и разработку новых подходов и технологий, позволяющих обеспечить конкурентоспособность новых производств.

В рамках решения данной задачи на первый план выходят новые месторождения уртитовых пород и нефелиновых руд, а также ультракалиевые рихорритовые и синныритные породы. Разработка технологии переработки подобных видов сырья позволяет решить сразу несколько задач как экономического, так и политического плана:

1. Снизить себестоимость готовой продукции (глинозема) за счет получения калийной продукции, обладающей в 3-4 раза большей добавочной стоимостью относительно карбоната натрия. Учитывая, что содержание  $\text{K}_2\text{O}$ , например, в синныритах, составляет 18-20%, валовый выход продукта также будет в 2 раза выше относительно выпуска соды, получаемой на основе нефелиновых руд;
2. Организовать выпуск калийных удобрений на основе нестандартного оксидного сырья, что исключает риски затопления месторождений, возможные при классическом методе добычи карналлитов и сильвинитов шахтным способом;
3. Полностью снять вопрос обеспеченности сельскохозяйственной отрасли сульфатом калия, который применяется, в первую очередь, под культуры, чувствительные к хлору (картофель, табак, лён, виноград, цитрусовые и др.). На сегодняшний день сульфат калия импортируется в РФ ввиду дороговизны технологии разложения хлорида калия.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-552 от 13.09.22 1/3  
АУ УС

Несмотря на вышесказанное, исследования в области переработки нестандартных алюмокалиевых руд носят отрывочный характер, а проведенные ранее исследования не опираются на фундаментальную составляющую. Таким образом, работы по исследованию системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ , несомненно, являются не только актуальными на сегодняшний день, но и наиболее востребованными для ряда ключевых отраслей в рамках разработки технологий переработки алюмокалиевых пород.

В диссертационной работе Федоровым А.Т. поставлена цель определить ионный состав и фазовые равновесия в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  применительно к технологическим процессам переработки алюминиевого сырья с повышенным содержанием калия. При этом при проведении исследований соискателем использовался целый спектр подходов к решению поставленной задачи, в частности:

- Анализ фазовых равновесий, методы теоретического математического моделирования и моделирования применительно к технологическим системам глиноземного производства;
- Термодинамическое моделирование ионных равновесий при участии гиббсита с расчетом ионного состава равновесных растворов с разработкой методики;
- Опытное установление закономерностей разложения метастабильных растворов на затравке синтетического гиббсита в сравнении с теоретическим расчетом.

Проведенная работа имеет как теоретическую, так и практическую значимость для потенциального инвестора, который впоследствии будет вводить в эксплуатацию перерабатывающие мощности, в частности:

- В работе Федоровым А.Т. установлено наличие корреляции в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  между значением степени разложения алюминатных растворов и величиной среднего диаметра частиц осадка, что является принципиальным при формировании осадка, являющегося как затравкой, так и готовой продукцией;
- Экспериментально установлена и опытным путем подтверждена возможность определения с точностью  $\pm 5\%$  равновесного состава растворов в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  путем использования принципа аддитивности при рассмотрении частных систем  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ ;
- Необходимо отметить, что на основе проведенных исследований разработано программное обеспечение для выполнения расчетов ионного состава равновесных алюминатных растворов, что позволяет в последующем моделировать технологические процессы глиноземного производства. Подобный подход к проблеме является дополнительным плюсом, переводя работу на совершенно новый качественный уровень, позволяя автоматизировать процессы;

Учитывая, что ООО «Байкал Недрa Гeо», как недропользователь, в настоящий момент занимается разработкой технологии переработки сырьевых отходов с целью защиты ТЭО постоянных кондиций, полученные результаты позволяют более качественно подойти к вопросу обоснования ряда технологических решений.

По работе имеется следующее замечание:

1. Учитывая, что исследование показателей гидролитического разложения алюминатных растворов сопровождается выделением осадка гидроксида алюминия, представляет интерес оценить его качество по содержанию  $\text{K}_2\text{O}$ .

Диссертация «Ионный состав и фазовые равновесия в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  при переработке алюминиевого сырья с повышенным содержанием калия», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия (технические науки), соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждения ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 №953 адм, а ее автор – Федоров Алексей Томасович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.4 - Физическая химия (технические науки).

Главный технолог  
ООО «Байкал Недра Гео»  
Кандидат химических наук  
E-mail: detkov@bngео.com



Детков Дмитрий Генрихович

12.09.2022

Подпись Деткова Д.Г. заверяю  
Корпоративный секретарь  
ООО «Байкал Недра Гео»

Деткова Надежда Александровна

12.09.2022

ООО «Байкал Недра Гео»  
Центральный офис  
671710, пгт Нижнеангарск, ул. Таежная, д. 51  
Телефон: +7(924) 394-50-50  
Адрес обособленного подразделения  
191128, г. Санкт-Петербург, Литейный пр, д. 14, а/я 13  
Телефон: +7(812) 502-06-01  
E-mail: info@bngео.com

Прошито, пронумеровано и  
скреплено печатью 3 шри/листов

Подпись А. Вейс Н. А.

М.П.

