

## ОТЗЫВ

официального оппонента - доктора технических наук, профессора Шерматова Нурмахмада на диссертационную работу Курбонова Амиршо Сохибназаровича на тему: «Технологические основы переработки боросиликатных руд кислотными и спекательными методами», представленную на соискание учёной степени доктора химических наук по специальности 05.17.01 – технология неорганических веществ

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнения, так как разработка и освоение технологии переработки минерального сырья имеет важное значение для промышленности независимого Таджикистана.

В настоящее время все борсодержащие продукты в Республику завозятся из других стран. Хотя по запасам борного сырья Таджикистан занимает одно из ведущих мест в мире. Борные соединения широко используются в промышленности, сельском хозяйстве и медицине. Месторождение Ак-Архар на Памире предложено к промышленному освоению, поэтому целесообразны различные подходы к переработке борного сырья. Автором диссертации подробно изучены кислотные и спекательные методы и подход Курбонова А.С. к решению проблемы переработки борного сырья является правильным.

Основное содержание работы изложено в четырёх главах.

Во *введении* отражена актуальность проблемы отрасли и практическая значимость выбранной темы исследования.

В *первой главе* диссертации приводится краткий обзор по переработке боросиликатных руд. Освещены вопросы хлорной переработки борного сырья, низко- и высокотемпературные методы хлорирования боросиликатных руд. Соляно- и сернокислотное разложение борного сырья, кинетика кислотного разложения исходного боросиликатного сырья и его концентратов, технологические основы переработки руды минеральными кислотами.

В литературном обзоре также обобщены некоторые спекательные способы переработки борного сырья, обсуждено применение борных соединений в отраслях промышленности и сельского хозяйства.

Во *второй главе* приведены методики проведения химических и физико-химических анализов, геологические характеристики и химико-минералогические составы борсодержащих руд, приведены результаты термодинамических оценок разложения боросиликатных руд азотной и уксусной кислотами, NaOH, спеканием боросиликатных руд с NaOH и хлоридом кальция, выполнены стехиометрические расчёты указанных кислоты и реагентов при разложении исходного сырья и его концентрата.

В *третьей главе* обобщены результаты исследования по азотнокислотному разложению исходных и обожжённых боросиликатных руд, приведена кинетика азотнокислотного разложения обожжённого боросиликатного сырья месторождения Ак-Архар, разработана принципиальная технологическая схема переработки борного сырья азотнокислотным методом. Также приводятся результаты разложения боросиликатных руд и их концентратов и предварительно обожжённых концентратов уксусной кислотой. Изучена кинетика уксуснокислотного разложения обожжённой исходной борсодержащей руды и кинетика уксуснокислотного разложения обожжённого борсодержащего концентрата. Разработана принципиальная технологическая схема переработки борсодержащих руд уксусной кислотой.

В *четвёртой главе* изучены спекательные способы переработки боросиликатных руд. Рассмотрено спекание исходных и обожжённых боросиликатных руд с NaOH. Также спекательный способ переработки концентрата и обожжённого концентрата борсодержащей руды в присутствии гидроксида натрия. Изучена кинетика процесса спекания обожжённой исходной боросиликатной руды в присутствии NaOH, а также кинетика спекания обожжённого боросиликатного концентрата с NaOH.

Разработана принципиальная технологическая схема переработки борного сырья спекательным способом с NaOH.

Изучен спекательный способ переработки боросиликатных руд Таджикистана хлорсодержащими реагентами, в частности, переработка исходной боросиликатной руды и её концентрата методом спекания с  $\text{CaCl}_2$ , переработка исходной боросиликатной руды и её концентрата методом спекания с  $\text{NaCl}$ . Изучена кинетика процесса солянокислотного разложения спёка исходной боросиликатной руды и её концентрата с хлоридами кальция и натрия. Разработаны принципиальные технологические схемы переработки боросиликатных руд методом спекания с  $\text{CaCl}_2$  и хлоридом натрия.

Самой важной частью диссертации является третья и четвёртая главы, где подробно изучены кислотные и спекательные способы переработки в зависимости от различных параметров: температуры, продолжительности процесса, соотношения реагентов и др. Найдены оптимальные условия проведения процесса кислотного разложения и спекания борной руды с азотной и уксусной кислотами и хлоридами натрия и кальция. Изучены механизмы протекания процессов кислотного разложения и спекания. В этих главах изложены результаты исследования кислотного и спекательно-хлорного способа переработки исходной и предварительно обожжённой боросиликатной руды месторождения Ак-Архар и её концентрата без предварительного обжига и после обжига. Изучена кинетика процессов кислотного разложения и спекания боросиликатных руд с хлоридами натрия и кальция, а также с NaOH.

Особое значение имеют результаты исследований по разработке принципиальной технологической схемы получения борных продуктов из боросиликатных руд месторождения Ак-Архар кислотным и спекательным способом с натрий- и кальцийсодержащими реагентами.

**Личное участие** соискателя в получении результатов заключается в постановке задач и целей работы, разработке методов анализа, изучении технологических особенностей извлечения полезных компонентов из

борсодержащих руд кислотными и спекательно-хлорным методом, установлении оптимальных параметров извлечения оксидов бора, алюминия и железа из боратных руд. Разработка принципиальной технологической схемы переработки боратных руд спекательно-хлорным методом. Автором показаны пути использования борных продуктов, как комплексных удобрений и для получения борного стекла, как материала для защиты от нейтронов для ядерной техники (Акт испытаний от 15.09.2018 г., Акт испытаний от 25.11.2018 г.).

**Степень достоверности результатов** заключается в следующем:

- показана возможность кислотного разложения борного сырья азотной и уксусной кислотами;
- показана возможность спекательной переработки борсодержащих руд месторождения Ак-Архар Таджикистана с хлоридами натрия и кальция;
- показана эффективность спекания боросиликатного сырья с едким натрием, кислотными и спекательными методами;
- установлены преимущества азотной кислоты перед другими минеральными кислотами;
- установлена эффективность использования  $\text{NaCl}$  и  $\text{CaCl}_2$  при разложении боратных руд, а также  $\text{NaOH}$  – эффективного реагента для получения борных продуктов;
- дана сравнительная оценка спекательного метода с другими методами;
- дана оценка кислотного метода при сравнении с комбинированными методами.

Особенно необходимо подчеркнуть выполненный диссертантом термодинамический анализ протекающих процессов при кислотном разложении и спекании боросиликатных руд с натрий- и кальцийсодержащими реагентами, который подтверждает хорошие знания соискателя в области физической химии и технологии неорганических

веществ. Соискатель чётко показал возможности протекания процессов при изменении термодинамических параметров.

Курбоновым А.С. дана оценка влияния активаторов  $\text{NaCl}$  и  $\text{CaCl}_2$  и активированного угля и описана вероятность протекания различных реакций с участием борного сырья, рассчитаны термодинамические характеристики протекающих процессов.

Необходимо также отметить выполненные работы в области изучения кинетики процесса разложения. Курбоновым А.С. рассчитана величина энергии активации для каждого процесса разложения. Найдены механизмы протекающих процессов.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Изучены кислотные и спекательные методы извлечения полезных компонентов из борсодержащих руд. Установлены механизмы оптимальных условий выделения бора, алюминия и железа из борсодержащих руд.

Установлена температурная, концентрационная и временная зависимость степени извлечения полезных компонентов. Разработаны принципиальные технологические схемы переработки борного сырья с азотной и уксусной кислотами. Показаны преимущества технологической схемы с участием азотной кислоты и предложены борные удобрения, которые одновременно содержат несколько полезных компонентов.

Разработаны технологические схемы спекательного метода с участием едкого натрия, хлоридов натрия и кальция. Показаны преимущества технологических схем с участием указанных реагентов.

Особое значение для работы имеет раздел обсуждения результатов, в котором соискатель Курбонов А.С. показал возможность извлечения полезных компонентов из различного вида боратных руд (исходная руда и концентрат). В этом разделе дана сравнительная оценка извлечения борного ангидрида при разложении сырья различными минеральными кислотами. Кроме того, дана сравнительная оценка извлечения полезных компонентов из боратных и аллюмосиликатных руд. Заслуживает внимание степени

извлечения  $B_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$  методами спекания борного сырья натрий- и кальцийсодержащими реагентами, где автором чётко показано преимущество  $CaCl_2$  по сравнению с другими реагентами. Обсуждение результатов показывает ценность проведённого исследования и свидетельствует о профессиональной подготовке соискателя.

**Научная специальность** указанной работы соответствует специальности 05.17.01 – технология неорганических веществ (химические науки) по следующим параметрам:

- химические и физико-химические основы технологических процессов: химический состав и свойства веществ, термодинамика и кинетика химических и межфазовых превращений;
- явления переноса тепла и вещества в связи с химическими превращениями в технологических процессах;
- способы и последовательность технологических процессов переработки сырья, побочных и промежуточных продуктов, вторичных материальных ресурсов (отходов производства и потребления) в неорганические продукты;
- способы и последовательность технологических операций и процессов защиты окружающей среды от выбросов неорганических веществ;
- свойства сырья и материалов, закономерности технологических процессов для переработки, технологических расчётов.

**Полнота изложения материалов** диссертации отражена в 38 статьях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 25 статьях в журналах и сборниках международных, республиканских конференций и других изданий. Получено 2 патента.

Работа прошла апробацию на международных и республиканских конференциях и семинарах.

По работе можно сделать следующие замечания.

1. Во введении основные задачи исследования повторяются с основными положениями, выносимыми на защиту.

2. В литературном обзоре приведен большой объём данных по методам переработки борного сырья. Заслуживает внимание низкотемпературное хлорирование, хлорные методы, кислотное разложение и спекательные способы переработки борного сырья. Однако в литературном обзоре не отражены комбинированные и экстракционные методы выделения борных продуктов.
3. Во второй главе при описании методики проведения химического анализа не указаны погрешности анализа и что нового разработал соискатель при проведении химического анализа.
4. Необходимо было бы обосновать выбор кислоты ( $\text{HNO}_3$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), а также  $\text{NaCl}$  и  $\text{CaCl}_2$ .
5. При термодинамическом анализе возможности протекания химических реакций со щёлочью нет необходимости приводить химические реакции с оксидами, входящими в состав борного сырья (стр.82).
6. В работе необходимо было бы показать практическую ценность спёка с  $\text{NaCl}$  и  $\text{CaCl}_2$ , как борно-данбуритового удобрения, а также изучить свойства борного сырья, как материала для новой техники.

Отмеченные недостатки не умаляют научной и практической ценности и не снижают актуальности выполненной диссертационной работы.

Автореферат отражает идеи и выводы, приведённые в работе.

## **Заключение**

Диссертация Курбонова А.С. является завершённой научно-исследовательской работой, выполненной на хорошем уровне. Автором подробно изучено разложение исходного сырья и его концентратов азотной и уксусной кислотами. Найдены оптимальные параметры процесса разложения. Показаны преимущества  $\text{HNO}_3$  перед другими минеральными кислотами. Разработаны принципиальные технологические схемы с участием указанных кислот.

Подробно изучен метод спекания боросиликатных руд со щёлочью, хлоридами натрия и кальция. Найдены условия выделения полезных компонентов из руд. Изучена кинетика разложения процесса при различных температурах. Установлены механизмы протекания процессов.

В целом, работа Курбонова А.С. является определённым вкладом в области химической технологии.

Диссертационная работа Курбонова А.С. на тему: «Технологические основы переработки боросиликатных руд кислотными и спекательными методами», соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016 г. №505, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук. Автор Курбонов Амиршо Сохибназарович заслуживает присуждения учёной степени доктора химических наук по специальности 05.17.01 – технология неорганических веществ.

### Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор кафедры

«Вычислительной математики и механики»

Таджикского национального университета

 — Н. Шерматов

Адрес: 734025, Республика Таджикистан,

г. Душанбе пр. Рудаки 17,

E-mail: n.shermatov@mail.ru

Телефон: (+992) 904027307

Подпись д.т.н., профессора Шерматова Н. заверяю:

Начальник УК и СЧ Таджикского  
национального университета



Тавкиев Э.Ш.

«04 » 04 2019 г.

