

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Маматова Эргаша Джумаевича
«Физико-химические основы комплексной переработки боро- и
алюмосиликатного минерального сырья Таджикистана»,
представленную на соискание учёной степени доктора химических наук
по специальности 1.4.4 – Физическая химия (химические науки)

В недрах Республика Таджикистан имеются значительные залежи боро- и алюмосиликатных руд, среди которых большое значение имеют данбуриты, сиаллиты, аргиллиты и каолиновые глины. Алюминий, бор и их соединения благодаря их уникальным свойствам нашли широкое практическое применение. Среди них найдены вещества, проявляющие ингибирующие, гербицидные, бактерицидные и дезинфицирующие свойства. Области практического использования соединений бора и алюминия обширны. Однако до сих пор эти месторождения в связи с отсутствием разработанных технологий их переработки остаются не используемыми. В этой связи разработка эффективных способов переработки боро- и алюмосиликатных руд является **актуальной задачей** современной химической науки.

Что особенно актуально, диссертант кроме физико-химическим основам комплексной переработки боро- и алюмосиликатного минерального сырья изучил возможности использования полученных продуктов реакций в технике водоочистки и в производстве керамики.

Поставив своей задачей систематическое изучение физико-химических основ комплексной переработки боро- и алюмосиликатного минерального сырья Таджикистана и для выяснения возможностей практического использования полученных продуктов реакций, Маматов Э.Д. успешно решил её и получил результаты, имеющие фундаментальное значение, как для теоритической, так и химической технологии неорганических материалов и веществ.

Научное исследование Э.Д. Маматова посвящено физико-химическим основам комплексной переработки получения неорганических материалов из боро- и алюмосиликатных руд, которые уже многие десятки лет привлекают к себе пристальное внимание исследователей. Поставленная при выполнении диссертационной работы задача является частью научного направления, которая успешно выполняется в лаборатории «Комплексной переработки минерального сырья и отходов» ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина» НАНТ.

Структура, содержание и объём работы. Диссертация составлена по классической схеме, представляет собой рукопись объёмом 422 страниц и

состоит из введения и пяти глав, которые посвящены обзору литературы, экспериментальной части, результатам исследований и их обсуждению, также выводов и приложения, включающего патенты, акты внедрения результатов диссертационной работы в производство и в учебный процесс и акты лабораторных испытаний полученных продуктов из боро- и алюмосиликатных руд. Иллюстрирована 125 рисунками, 106 таблицами.

Литературный обзор, несмотря на кратность изложения, достаточно четко и целенаправленно освещает основные достижения и проблемы переработки боро- и алюмосиликатного сырья. В заключении обзора дано обоснование необходимости проведения представленного исследования. Список использованной литературы включает 526 источников, в котором представлены зарубежные и отечественные публикации.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, отражена научная новизна, практическая значимость, публикации, апробация работы, личный вклад автора и объем диссертации.

Цель работы заключается в исследовании физико-химических основ комплексной переработки боро- и алюмосиликатных руд Таджикистана щёлочью (гидроксидом натрия), минеральными (соляной, серной и азотной) кислотами и хлорированием. Изучение термодинамических, кинетических характеристик разложений и нахождение оптимальных параметров обработки боро- и алюмосиликатных руд при их безотходных и комплексных технологиях переработки.

В соответствии с поставленной целью в диссертационной работе Маматовым Э.Д. решены следующие **задачи**:

- исследованы химический, минералогический и элементный состав боро- и алюминийсодержащих руд – боросиликатной руды Ак-Архара и её концентрата, каолиновых глин, сиаллитов, аргиллитов Зидды и Чашма-Сан;
- исследованы основные закономерности процессов кислотного разложения, хлорирования и щелочной обработки боро- и алюмосиликатного сырья Таджикистана и определены оптимальные условия процессов.
- изучены реакционные способности макро- и микрокомпонентов боро- и алюмосиликатного сырья и полученных продуктов при обработке растворами с разными рН и поведения боро- и алюмосиликатного сырья при предварительном обжиге с температурами 500-950°С.
- изучены химические и физические характеристики исходного сырья и продуктов, полученных кислотным и щелочным разложением, хлорированием с применением таких методов анализа, как рентгенофазовый, дифференциально-термический, ИК-спектроскопический и другие.

- изучена термодинамика и кинетика выщелачивания основных пороодообразующих элементов боро- и алюмосиликатного сырья растворами серной, соляной кислот, газообразным хлором и едким натром.
- проведена математическое моделирование процесса извлечения оксида бора из боросиликатного минерального сырья.
- найдены оптимальные условия технологических приёмов, направленные на обработку боро- и алюмосиликатного сырья и разработаны соответствующие комплексные технологические схемы кислотного, хлорного и щелочного разложения.

Научная новизна полученных результатов исследования заключается в разработке теоретических основ и технологических аспектов получения продуктов с оптимальными физико-химическими параметрами и свойствами из различных видов боро- и алюмосиликатного сырья Таджикистана под воздействием факторов кислотного, хлорного и щелочного разложения в динамическом режиме, и выражается в следующем:

1. Методами рентгенофазовым, дифференциально-термическим, ИК-спектроскопическим, химическим, элементным и силикатным анализами определены морфологические особенности, фазовый, химический и элементный составы исходных боро- и алюмосиликатных руд и продуктов их разложения соляной, серной, азотной кислотами, газообразным хлором и едким натрием.

2. Установлено, что каолиновые глины, аргиллиты и сиаллиты широко развитые в Таджикистане, являются ценнейшим исходным сырьем для получения глинозема, кварца, коагулянтов и керамики.

3. Показан эффект повышения степени извлечения в раствор макро- и микрокомпонентов боро- и алюмосиликатных руд с избирательным хлорированием оксидов.

4. Доказано, что без предварительного обжига извлечение оксида бора из состава боросиликатной руды и ее концентрата получается незначительным. Предварительный обжиг следует проводить при температуре 950-980°C.

5. Найдены оптимальные условия разложения боро- и алюмосиликатных руд и изучены продукты кислотного, хлорного и щелочного разложения рентгенофазовым, дифференциально-термическим и силикатным методами анализа.

6. На основе установленной кинетики последовательной реакции под воздействием температуры и продолжительности процесса, рассчитаны соответствующие значения кажущихся констант скоростей, образованных при кислотном разложении (K_1), хлорировании (K_2) и выщелачивания (K_3). Корректность данного подхода подтверждается достаточно высоким

совпадением экспериментальных данных с результатами расчёта теоретического и графического методов кинетических параметров последовательных реакций.

7. Установлена корреляция логарифма констант скоростей разложения боро- и алюмосиликатного сырья ($\lg k$) и последовательных реакций оксида алюминия ($\lg k_1$) и бора ($\lg k_2$) от обратной значению абсолютной температуры, что позволили оценить кажущуюся энергию активации ($E(k_1)$, $E(k_2)$ и $E(k_3)$) соответствующих реакций выше указанных процессов.

8. Найдены оптимальные условия взаимодействия исходных, предварительно обожжённых боро- и алюминийсодержащих руд серным, соляным и азотным кислотами, газообразным хлором, едким натрием и разработаны соответствующие принципиальные технологические схемы комплексной их переработки кислотным, хлорным и щелочными способами.

В первой главе диссертационной работы – обзоре литературы Маматовым Э.Д. на должном уровне проанализированы имеющиеся в литературе данные по физико-химическим свойствам соединений бора, алюминия и боро- и алюмосиликатного минерального сырья. Подробно представлены данные по химии гидридов, кислородных соединений и галогенидов бора. Особое внимание уделено боридам металлов и строению борат ионов как в твёрдой фазе, так и в водных растворах. Часть обзора литературы посвящена боро- и алюмосодержащим минералам, и существующим способам их переработки. На основе обзора литературы диссертантом сделаны соответствующие корректные выводы о целесообразности проведения целенаправленных исследований по теме диссертации.

Во второй главе диссертации – экспериментальная часть подробно описаны использованные в работе методики. В частности, описаны методики определения бора, кальция, алюминия, железа, хлорид-ионов. Представлены сведения по методам проведения низкотемпературного и высокотемпературного хлорирования в динамическом режиме, определения содержания бора и алюминия в боро- и алюмосиликатных рудах, методики проведения физико-химических исследований, математической обработки результатов и расчёта термодинамических функций реакций кислотного, хлорного и щелочного разложения боро- и алюмосиликатных руд.

Научная и практическая значимость работы

В работе автором использованы физико-химические и химические методы анализа, такие как РФА, ДТА, ИК-спектроскопия, перманганатометрия, комплексонометрия, пламенная фотометрия и роданометрия. В результате проведённых исследований Маматовым Э.Д. получен важные результаты, которые имеют не только теоретическое, но и

большое научно-практическое значение. Важным практическим аспектом диссертационной работы Маматова Э.Д. является то, что разработанная технологическая схема комплексной переработки боро - алюмосиликатной руды Таджикистана кислотным, щелочным и хлорным способами позволяет получить такое ценное химическое соединения, как борная кислота, бура, оксида алюминия, сульфата алюминия и чистого кварца. Полученные диссертантом кинетические данные могут, служит в качестве справочного материала. Результаты работы могут быть использованы при создании производственных предприятий производящих борную кислоту, буры, оксида алюминия, коагулянтов и других боро- и алюмосодержащих соединений.

Также **разработаны и запатентованы:**

– принципиально новый способ получения солей алюминия и железа из высокожелезистых силлитов путем хлорирования, где оксиды железа и алюминия разлагаются избирательно. В первой стадии процесс проводится без восстановителя – угля (выход хлорида железа 96.74%), а во второй обезжелезённая руда перемешивается с определенным количеством угля, гранулируется и хлорируется (выход хлорида алюминия 96.74%), с получением хлоридов алюминия и железа особой чистоты (Малый патент Республики Таджикистан ТЖ 996);

– новый способ получения борной кислоты, включающий сульфатизации боросиликатной руды месторождения Ак-Архар, измельчения спёка, последующей выщелачиванием спёка сульфатированной боросиликатной руды, исключаяющий процесса обжига при высоких температурах, длительную обработку и увеличивающий выход, и улучшающий качество борной кислоты (Малый патент Республики Таджикистан ТЖ 1031);

– способ получения декагидрата карбоната натрия из жидких отходов алюминиевого производства (Малый патент Республики Таджикистан ТЖ 1341).

Установлены закономерности разложения основных рудообразующих элементов (Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na и др.) и определены микрокомпоненты (Sc, Cr, Mn, Co, Zn, As, Se, Rb, Sr, Cd, Sb, Cs, Ba, Ce, Nb, W, V, Ni, Pb, P, Zr и др.), на основе которых предложены новые способы кислотной, хлорной и щелочной обработки боро– и алюмосиликатного сырья Таджикистана.

Определены физико-химические свойства боро– и алюмосиликатной руды с целью избирательного извлечения их составляющих и конечных продуктов кислотной, хлорной и щелочной обработки на основании рентгенофазового и дифференциально-термического методов анализа.

Все основные выводы базируются на полученных диссертантом экспериментальных данных и аргументировано обоснованы.

Таким образом, представленная Маматовым Э.Д. диссертационная работа является законченным научным исследованием, который вносит определенный вклад в области неорганической и физической химии и технологии переработки минерально-сырьевых ресурсов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендации. Маматовым Э.Д. изучены и анализируются известные достижения и теоретические положения других авторов по вопросам переработки борсодержащего сырья.

Научная новизна и практическая значимость работы не вызывают сомнения.

Сделанные автором выводы соответствуют содержанию диссертации.

Достоверность результатов работы обеспечено применением совокупности современных физико-химических методов исследования: рентгенофазового анализа, термогравиметрии, спектроскопии, различных методы химического анализа.

Личное участие автора состояло в нахождении способов и решении поставленных задач, применении экспериментальных и расчётных методов для достижения намеченной цели, обработке, анализе и обобщении полученных экспериментальных и расчётных результатов работы, также их публикации. Формулировке и составлении основных положений и выводов диссертационной работы.

Полученные диссертантом результаты опубликованы в 3 монографиях, 40 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 120 тезисах докладов местных, российских и международных конференций. Получено 3 малых патента Республики Таджикистан.

Общая оценка работы.

Диссертационная работа Маматова Э.Д. представляет собой законченное научное исследование. Экспериментальная часть выполнена на достаточно высоком уровне, чувствуется критический подход автора к объяснению ожидаемых и наблюдаемых результатов. Значительное место в работе отведено выделению индивидуальных неорганических соединений, таких как борная кислота, бура, оксид алюминия, сульфат алюминия, хлориды алюминия и железа и др.

Диссертация написана чётко и профессионально, приведенные в ней рисунки и таблицы позволяют глубже и нагляднее ознакомиться с обсуждаемыми результатами. Выводы достаточно полно и правильно отражают основные достижения, полученные в ходе выполнения данного исследования. Полученные данные обобщены на высоком теоретическом

уровне. В работе решена важная задача в области физической химии и технологии переработки минерально-сырьевых ресурсов. Полученные диссертантом данные позволяют использовать боро- и алюмосиликатных руд Таджикистана для получения борной кислоты, буры, оксида и сульфата алюминия, коагулянтов для очистки воды и сырья для керамики.

При всех достоинствах диссертация имеет ряд недостатков:

1. В научной навизне автор пишет, что рассчитаны «соответствующие значения констант связей образование при кислотном разложении (K_1), хлорировании (K_2) и выщелачивания (K_3). В диссертации имеются расчёты констант скоростей реакции разложения, но данных о расчёте констант связей отсутствуют.
2. В таблице 7 автореферата приводятся данные о термодинамических функциях кислотного разложения боросиликатной руды. Вместе с тем не понятно это литературные данные или эти данные получение автором, так как реакции 1-8 известные и для них имеются такие данные в литературе.
3. В технологический схеме кислотной переработки боросиликатной руды Ак-Архар с целью получения борной кислоты, хлоридов, сульфатов и нитратов Al и Fe стоило раскрыть, как проводилась предварительная очистка раствора перед кристаллизацией борной кислоты.

Сделанные замечания не затрагивают основных защищаемых положений и не снижают высокой оценки данной работы, выполненной на высоком научном уровне и представляющий собой законченное исследование, в котором получены существующие научные результаты и определены перспективы использования полученных соединений в прикладном аспекте.

Автореферат диссертации и имеющиеся публикации в полной мере отражают основное содержание представленного материала. Результаты исследования, полученные диссертантом, несомненно, найдут применения в научных работах и учебных процессах на химических факультетах высших учебных заведений, таких как ТНУ, ТГПУ, БГУ, ХГУ при чтении лекций и проведении лабораторных занятий по неорганической и физической химии, а также по химической технологии неорганических материалов и в Институте химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Маматова Эргаша Джумаевича на тему: «Физико-химические основы комплексной переработки боро- и алюмосиликатного минерального сырья Таджикистана», представленная на соискание учёной степени доктора химических наук по специальности 1.4.4 (02.00.04) – физическая химия (химические науки), представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны

теоритические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, где разработанные технологии по получению кварца и обезжелезнённого каолина из боро- и алюмосиликатного сырья апробированы на предприятии ЗАО «Лазурит» г. Турсунзаде и рекомендованы к внедрению.

Также разработаны и испытаны в лабораторных условиях несколько способов получения коагулянта из алюмосиликатных руд, борной кислоты, и буры из боросиликатной руды месторождения Ак-Архар и ее концентрата.

Кроме того, разработана полнофакторная математическая модель, связывающий вид и выход целевых продуктов из боросиликатного минерального сырья, а также технологических параметров, которая может быть использована для налаживания промышленного производства борной кислоты и её соединений при различных условиях и режимах.

Внедрение полученных результатов вносит значительный вклад в развитие физической химии, а также теоритической и прикладной химии.

Представленная работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и соответствует критериям, изложенным в пп. 9-14 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Маматов Эргаш Джумаевич заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4 (02.00.04) – Физическая химия (химические науки).

Официальный оппонент:

доктор химических наук (специальность 1.4.1 (02.00.01) - неорганическая химия), профессор (специальность 1.4.1 (02.00.01) - неорганическая химия) кафедры неорганической химии Таджикского национального университета


Сафармамадзода С.М.

Почтовый адрес: 734042, Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки 17, Таджикский национальный университет, Химический факультет. Тел. раб: (+992 37) 221-30-13, Тел: (+992) 93-827-04-04, E-mail: sash65@mail.ru.

Подпись д.х.н., профессора С.М. Сафармамадзода Начальник УК и СЧ ТНУ

Заверяю:
Тавкиев Э.Ш.



«26» июля 2024 г.