ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича на тему: «Политерма фазового комплекса и растворимость водно-солевой системы из сульфатов, карбонатов и гидрокарбонатов натрия и кальция», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальностям 1.4.2. Неорганическая химия и 1.4.5. Физическая химия

Актуальность темы исследования. В фундаментальных достижениях физико-химических анализов в сфере неорганической и физической химий при исследовании используются в основном металлические, оксидные и солевые четырёх (не более) компонентные системы. Методологические сложности связанны с геометрическим представлением фигур, построением диаграмм фазовых равновесий (ДФР) и достоверным определением состава равновесных твёрдых фаз в многокомпонентных системах (МКС).

Техногенные отходы большого количества заводов, работающих на территории Таджикистана, занимают значительные площади и оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Ключевым объектом является завод «Алюминийи Точик». Химический состав его отходов характеризуется присутствием ценных компонентов: фторидов, сульфатов. В связи с этим, определение политермы фазового комплекса в многокомпонентной системе Na^+, Ca^{2+} || SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3^- - H_2O в температурном интервале 0 ÷ 100 ^0C является необходимым условием для верификации оптимальных параметров рециклинга жидких промышленных стоков, в состав которых входят карбонаты, гидрокарбонаты натрия, калия, кальция и алюминия, сульфаты, натрия и кальция. При проведении исследований в этом направлении можно решить экологические проблемы и вопрос использования вторичного (более дешевого) сырья. Поэтому эта тематика является и перспективной, и актуальной.

Целью данного исследования является разработка и верификация усовершенствованного метода прогнозирования политермы фазового комплекса в многокомпонентной водно-солевой системе, включающей катионы натрия, кальция и анионы сульфата, карбоната и гидрокарбоната, также включает построение диаграмм фазового комплекса, систематическое изучение растворимости в нонвариантных точках и практическое применение полученных данных для решения прикладных технологических задач.

Объектами исследования являются многокомпонентная водно-солевая система Na^+, Ca^{2+} || SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3^- - H_2O.

Научная новизна работы:

- разработан и верифицирован усовершенствованный метод прогнозирования политермы фазовых комплексов в многокомпонентных системах (МКС), который базируется на трансляции структурных элементов

из системы, содержащей n компонентов, в область общей системы с (n + 1) компонентами;

- модернизировано построение диаграмм, усовершенствован подход к построению диаграмм фазовых комплексов МКС;

- осуществлено теоретическое и графическое моделирование фазовых равновесий с использованием разработанного и усовершенствованного метода прогнозирования политермы фазовых комплексов в многокомпонентных системах (МКС);

- установлены специфические структурные особенности диаграмма исследуемых многокомпонентных водно-солевых систем;

- изучены траектории кристаллизации в системе с анионами сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов и катионами натрия, кальция в области составов, сопоставимых с технологическими растворами;

- осуществлена полная фрагментация построенных диаграмм по границам кристаллизации индивидуальных фаз для четырёхкомпонентных систем, а также совместная кристаллизации двух фаз для пятикомпонентной системы;

- осуществлена технологическая имплементация на основе анализа диаграмм фазового комплекса и диаграмм состояния подсистем, разработаны принципиальные технологические схемы для селективного выделения индивидуальных твёрдых фаз.

Проведенные эксперименты и анализы, а также полученные данные полностью соответствуют пунктам специальностей 1.4.2 – Неорганическая химия и 1.4.4. - Физическая химия.

Автором исследования проведены очень большой объем экспериментальных, расчетных работ, а также он имеет огромное количество научных трудов. Это 3 монографии, 3 патента РТ и 73 статей, из них 18 статей опубликованы в международных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и WoC).

При чтении автореферата возникли некоторые замечания.

1. В автореферате отсутствуют сведения о методиках анализа равновесной твёрдой и жидкой фазы изученных систем. Краткие сведения дополнили бы работу необходимой информацией.
2. Разработанные в работе системы имеют большое практическое значение, поэтому для практического использования следует передать их в университеты и соответствующие НИИ для внедрения.
3. Неясно, насколько хорошо диаграммы, построенные в диапазоне 0–100 °С, соответствуют реальным температурам в промышленных условиях.
4. В таблице 1 приведены системы, для которых изучены изотермы, однако каким образом при построении фазовых диаграмм на основе

этих данных учитывались время достижения равновесия и точность поддержания температуры?

5. В работе не объясняется каким образом при построении пятикомпонентных диаграмм была упрощена геометрическая сложность и в какой степени это упрощение влияет на полученные результаты?

Отмеченные замечания нисколько не умоляют достоинства работы. Достоверность полученных данных не вызывает сомнений. Количество публикаций автора очень большое, причем в наиболее значимых изданиях, что говорит о достаточной апробации работы.

Автореферат содержит все основные разделы, позволяющие охарактеризировать работу в целом. Проведено обсуждение всех основных защищаемых положений, все выводы являются обоснованными. Результаты диссертационной работы Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича опубликованы в рецензируемых научных журналах, и представлены на конференциях различного уровня. Представленная диссертационная работа соответствуют требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Жумаев Маъруфжон Тагоймуротович, заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальностям 1.4.2. Неорганическая химия и 1.4.5. Физическая химия.

и.о. доцент кафедры «Химическая технология неорганических веществ» Ташкентского химико-технологического института, д.т.н. **Н.А.Эркаева**

INSON RESURSLARI BO'LIMI
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Адрес: Служебный адрес: 100011, Республика Узбекистан, г.Ташкент, Навои 32, Тел: +998977760282, E-mail: serena0288@mail.ru

ТАҚРИЗ

ба автореферати диссертатсияи доктории Жумаев Маъруфжон Тағоймуротович дар мавзуи: «Политермаи комплекси фазагӣ ва ҳалшавандагии системаи обӣ - намаки иборат аз сулфатҳо, карбонатҳо ва гидрокарбонатҳои натрий ва калсий» барои дарёфти дараҷаи илмии доктори илмҳои химия аз рӯйи ихтисосҳои

1.4.2. Химияи ғайриорганикӣ ва 1.4.5. Химияи физикӣ

Мубрамияти мавзуи таҳқиқот. Дар дастовардҳои бунёдии таҳлили физико-химиявӣ дар самти химияи ғайриорганикӣ ва физикӣ, ҳангоми таҳқиқот асосан системаҳои металлӣ, оксидӣ ва намакии чоркомпонента (на бештар аз он) истифода мешаванд. Мушкилоти методологӣ ба тасвири геометрии шаклҳо, сохтани диаграммаҳои мувозинати фазагӣ (ДМФ) ва муайянкунии дақиқи таркиби фазаҳои сахти мувозинатӣ дар системаҳои бисёркомпонента (СБК) вобастаанд.

Партовҳои техногении шумораи зиёди корхонаҳои дар ҳудуди Тоҷикистон фаъолияткунанда масоҳати васеъро ишғол намуда, ки ба муҳити зист таъсири манфӣ мерасонанд. Объекти асосӣ корхонаи «Алюминийи Тоҷик» мебошад. Таркиби химиявии партовҳои он бо мавҷудияти компонентҳои арзишманд: фторидҳо ва сулфатҳо тавсиф меёбад. Бинобар ин, муайян кардани комплекси фазагӣ дар системаи бисёркомпонентаи дорои сулфат, карбонат, гидрокарбонат ва об дар фосилаи ҳарорати 0 ÷ 100 ^{0}С шарти зарурӣ барои санҷиши (верификатсияи) параметрҳои оптималии коркарди дубораи (рециклинги) партовҳои моеи саноатӣ маҳсуб меёбад. Ба таркиби ин партовҳо карбонатҳо, гидрокарбонатҳои натрий, калий, калсий ва алюминий, инчунин сулфатҳои натрий ва калсий дохил мешаванд. Гузаронидани таҳқиқот дар ин самт имкон медиҳад, ки мушкилоти экологӣ ва масъалаи истифодаи ашёи хоми дуюмдараҷа (арзонтар) ҳал карда шаванд. Аз ин рӯ, мавзуи мазкур ҳам мубрам ва ҳам ояндадор мебошад.

Ҳадафи таҳқиқоти мазкур аз коркард ва санҷиши (верификатсияи) усули такмилёфтаи пешгӯии политермаи комплекси фазагӣ дар системаи бисёркомпонентаи обӣ-намакӣ, ки катионҳои натрий, калсий ва анионҳои сулфат, карбонат ва гидрокарбонатро дар бар мегирад, иборат аст. Инчунин сохтани диаграммаҳои комплекси фазагӣ, омӯзиши мунтазами ҳалшавандагӣ дар нуқтаҳои нонвариантӣ ва истифодаи амалии натиҷаҳои бадастомадаро барои ҳалли вазифаҳои амалии технологӣ пешбинӣ мекунад.

Объектҳои таҳқиқот системаи бисёркомпонентаи обӣ-намакии Na^+, Ca^{2+} || SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3^- - H_2O мебошад.

Навгонии илмии кор:

- усули такмилёфтаи пешгӯии политермаи комплексҳои фазагӣ дар системаҳои бисёркомпонента (СБК) коркард ва санҷиш карда шуд, ки он ба транслятсияи элементҳои сохторӣ аз системаи дорои n

компонент ба самти системаи умумии дорои (n+1) компонент асос меёбад;

- сохтани диаграммаҳо, навсозӣ ва муносибат ба сохтани диаграммаҳои комплексҳои фазагии СБК такмил дода шуд;
- моделсозии назариявӣ ва графикии мувозинатҳои фазагӣ бо истифода аз усули коркардшуда ва такмилёфтаи пешгӯии политермаи комплексҳои фазагӣ дар СБК амалӣ гардид;
- хусусиятҳои хоси сохтории диаграммаҳои системаҳои обӣ-намакии бисёркомпонентаи таҳқиқшаванда муайян карда шуданд;
- траекторияҳои кристаллизатсия дар система бо анионҳои сулфатҳо, карбонатҳо, гидрокарбонатҳо ва катионҳои натрий, калсий дар соҳаи таркибҳои ба маҳлулҳои технологӣ монанд омӯхта шуданд;
- фрагментатсияи пурраи диаграммаҳои сохташуда дар ҳудуди кристаллизатсияи фазаҳои инфиродӣ барои системаҳои чоркомпонента, инчунин кристаллизатсияи муштараки ду фаза барои системаи панҷкомпонента иҷро карда шуд;
- татбиқи технологӣ дар асоси таҳлили диаграммаҳои комплекси фазагӣ ва диаграммаҳои ҳолати зерсистемаҳо амалӣ гардида, нақшаҳои принсипиалӣ ва технологии ҷудокунии селективии фазаҳои сахти инфиродӣ коркард шуданд.

Озмоишҳо ва таҳлилҳои гузаронидашуда, инчунин маълумоти бадастомада ба талаботи ихтисосҳои 1.4.2. Химияи ғайриорганикӣ ва 1.4.5. Химияи физикӣ комилан мувофиқат мекунанд.

Муаллифи таҳқиқот ҳаҷми хеле зиёди корҳои таҷрибавӣ ва ҳисоббарориро иҷро намуда, дорои миқдори зиёди маводҳои илмӣ мебошад (3 монография, 3 патенти ҶТ ва 73 мақола, ки 18-тои онҳо дар маҷаллаҳои байналмилалии Web of Science ва Scopus чоп шудаанд).

Ҳангоми мутолиаи автореферат баъзе эродҳо пайдо шуданд:

1. Дар автореферат оид ба методикаҳои таҳлили фазаҳои сахт ва моеи мувозинатии системаҳои омӯхташуда маълумот оварда нашудааст.
2. Системаҳои дар кор таҳияшуда аҳамияти калони амалӣ доранд, бинобар ин барои истифодаи амалӣ лозим аст, ки онҳо ба донишгоҳҳо ва институтҳои илмию таҳқиқотии дахлдор чиҳати тадбиқ пешниҳод шаванд.
3. Маълум нест, ки диаграммаҳои дар ҳудуди 0 ÷ 100 ^{0}C сохташуда то кадом андоза ба ҳароратҳои воқеии шароити истеҳсолӣ мувофиқат мекунанд.
4. Дар ҷадвали 1 изотермаҳои омӯхташуда оварда шудаанд, аммо ҳангоми сохтани диаграммаҳои фазавӣ вақти расидан ба мувозинат ва дақиқии нигоҳдории ҳарорат чӣ гуна ба назар гирифта шудаанд?
5. Дар кор шарҳ дода нашудааст, ки ҳангоми сохтани диаграммаҳои системаҳои панҷкомпонента мураккабии геометрӣ чӣ гуна сода

карда шудааст ва ин содагардонӣ ба натиҷаҳои бадастомада чӣ қадар таъсир мерасонад?

Эродҳои зикршуда бартариҳои корро коҳиш намедиҳанд. Эътимоднокии натиҷаҳои бадастомада шубҳа надорад. Миқдори маводди нашркардаи муаллиф хеле зиёд буда, аз апробатсияи кофии кор шаҳодат медиҳад.

Автореферат ҳамаи фаслҳои асосиро дар бар мегирад, ки он имкон медиҳанд кор дар маҷмӯъ тавсиф карда шавад. Ҳамаи нуқтаҳои асосии ба ҳимоя пешниҳодшуда баррасӣ гардида, ҳамаи хулосаҳо асоснок мебошанд. Натиҷаҳои илмии Жумаев Маъруфжон Тағоймуротович дар маҷаллаҳои илмии тақризшаванда ба чоп расида, дар конфронсҳои сатҳҳои гуногун баррасӣ шудаанд. Диссертатсияи илмии пешниҳодшуда ба талаботе, ки ба диссертатсияҳои докторӣ гузошта мешаванд, ҷавобгӯ буда, муаллифи он, Жумаев Маъруфжон Тағоймуротович, сазовори дарёфти дараҷаи илмии доктори илмҳои химия аз рӯйи ихтисосҳои 1.4.2. Химияи ғайриорганикӣ ва 1.4.5. Химияи физикӣ мебошад.

и.в. дотсенти кафедраи «Технологияи химиявии моддаҳои ғайриорганикӣ»-и Институти технологияи химиявии Тошканд, д.и.т. **Н.А. Эркаева**

Суроға: Суроғаи хизматӣ: 100011, Ҷумҳурии Ӯзбекистон, ш. Тошканд, кӯчаи Навоӣ, 32, **Тел:** +998977760282, **Email:** serena0288@mail.ru

Матни ҳуҷҷати мазкур аз забони русӣ ба забони тоҷикӣ аз тарафи ман Алиев Салоҳиддин Абдунабиевич тарҷума карда шудааст.

30.04.2026 ____________

Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе

Сиюми апрели соли ду ҳазору бисту шашум

Ман, Сафарализода Розия, нотариуси давлатии саридораи нотариалии давлатии Вазорати адлияи Ҷумҳурии Тоҷикистон аслияти имзои тарҷумон Алиев Салоҳиддин Абдунабиевичро, ки дар ҳузури ман гузошт, тасдиқ мекунам.

Шахсияташ муқаррар карда шуд.

Дар феҳрист тахти № 4- 2723 сабт карда шуд.

Боҷи давлатӣ ба маблағи ________ сомонӣ пардохт карда шуд.

Нотариуси давлатӣ ____________________