

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича на тему: «Фазовые равновесия и растворимость в системе $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 0 и 25 °С», представленную на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Исследование многокомпонентных систем сопряжено со многими трудностями, главными из которых являются большие материальные затраты и времени при экспериментировании. Другими сложностями исследования являются идентификация равновесных твёрдых фаз и невозможность отображения обнаруженных закономерностей с помощью геометрических фигур реального трехмерного пространства.

В связи с этим, существует необходимость в поиске и применении новых методов исследования многокомпонентных систем, позволяющих получить подробную информацию о закономерностях фазовых равновесий в многокомпонентных системах. Это необходимо не только для определения закономерностей, регулирующих состояния фазовых равновесий и растворимости в них, но и крайне важно для установления оптимальных концентрационных и температурных условий переработки полиминерального природного и сложного технического сырья.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность полученных оригинальных результатов достаточно высока и подкреплена необходимым объемом экспериментального материала, соответствием основным принципам физико-химического анализа, соблюдением правил фаз Гиббса. Выполнена экспериментально-теоретическая работа, вносящая существенный вклад в развитие неорганической химии.

Достоверность и новизна полученных результатов

Диссертантом получены следующие новые научные результаты:

- методом трансляции исследованы фазовые равновесия в пятикомпонентной системе $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и составляющих её четырёхкомпонентных системах: $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{-Ca(HCO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{Na,Ca//CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 0 и 25 °С;
- определены все возможные фазовые равновесия на геометрических образах исследованных систем. Установлено, что для исследуемой пятикомпонентной системе характерно наличие следующего количества геометрических образов, соответственно для 0 и 25 °С: дивариантные поля - 15 и 22; моновариантные кривые – 13 и 27; инвариантные точки - 4 и 11;
- впервые построены полные замкнутые диаграммы фазовых равновесий пятикомпонентной системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и составляющих её четырёхкомпонентных систем: $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{-Ca(HCO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{Na,Ca//CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 0 и 25 °С;
- все построенные методом трансляции диаграммы фазовых равновесий фрагментированы по областям кристаллизации индивидуальных твёрдых фаз (для уровня четырёхкомпонентного состава) и совместной кристаллизации двух фаз (для уровня пятикомпонентного состава);
- впервые исследована растворимость в инвариантных точках четырёхкомпонентных систем: $\text{CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{-Ca(HCO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 0 и 25°С и на основании полученных данных построены их диаграммы растворимости;

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждена использованием современных методов физико-химического анализа.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость диссертационной работы Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича состоит из поиска новых методов исследования многокомпонентных систем и прогнозирования их строения. Применение этих методов позволяет получить максимум информации о закономерностях фазовых равновесий в многокомпонентных системах при наименьшем затрата материальных ресурсов и времени.

Выбор темы диссертационной работы, кроме научно-теоретического значения полученных результатов, обоснован еще тем, что система $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ является составной частью более сложной шестикомпонентной системы из сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов, фторидов натрия и кальция, закономерности фазовых равновесий в которой определяют условия комплексной переработки жидких отходов производства алюминия.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация состоит из введения, четырёх основных глав, заключения, выводов и списка цитированной литературы из 102 наименований, изложена на 141 странице компьютерного набора, включает 47 рисунка и 40 таблиц.

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

Цель работы – заключается в установлении состояния фазовых равновесий в пятикомпонентной системе $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$, составляющих её четырехкомпонентных системах при 0 и 25 °С, построении их замкнутых фазовых диаграмм методом трансляции и определении растворимости в обнаруженных этим методом некоторых инвариантных точках.

В соответствии с поставленной целью в диссертационной работе Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича решены следующие задачи:

- анализом существующих методов исследования многокомпонентных систем и сопоставлением их с методом трансляции обосновано применение последнего для исследования пятикомпонентной системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$;

- анализировано состояние изученности исследуемой пятикомпонентной системы и составляющих её четырёх – и трёхкомпонентных систем;

- на основании полученных данных прогнозированы состояния фазовых равновесий исследуемой пятикомпонентной системы, составляющих её четырёхкомпонентных систем и построены их полные замкнутые фазовые диаграммы;

- построенные диаграммы фрагментированы по областям кристаллизации отдельных твёрдых фаз (для уровня четырехкомпонентного состава) и совместной кристаллизации двух фаз (для уровня пятикомпонентного состава).

В первой главе диссертационной работы (обзоре литературы) Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича на должном уровне проанализированы и рассмотрены имеющиеся в литературе данные по основным методам исследования многокомпонентных систем, состоянию изученности пятикомпонентной системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$, составляющих её четырёх- и трёхкомпонентных систем. Особое внимание уделено закономерностям фазовых равновесий в химических системах, являющейся теоретической основой всех технологических процессов, связанных с переработкой природного и технического сырья. Автором установлено, что пятикомпонентная система $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ не исследована вообще и для исследования фазовых равновесий в пятикомпонентной системе $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ использован метод трансляции. Анализ литературных данных по изученным системам показал, что они исследованы в разных интервалах температур. Учитывая природных условий (зимой и летом) испарения жидких отходов алюминиевой промышленности Жумаевым Маъруфжоном Тагоймуротовичом исследованы

фазовые равновесия системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ методом трансляции при 0 и 25 °С. На основе обзора литературы диссертантом сделаны соответствующие корректные выводы о целесообразности проведения целенаправленных исследований по теме диссертации.

Во второй главе диссертации приведены результаты исследования пятикомпонентной системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$, составляющих её четырёхкомпонентных систем методом трансляции при 0 °С.

Установлено, что для системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 0 °С на уровне четырёхкомпонентного состава характерно наличие 7 дивариантных полей (поля кристаллизации индивидуальных твёрдых фаз), 15 моновариантных кривых (кривые совместной кристаллизации двух фаз) и 10 псевдотермальных точек (точки совместной кристаллизации трех фаз). Построенная диаграмма в дальнейшем послужило основой (матрицей) для нанесения на ней элементов строения исследуемой системы на уровне пятикомпонентного состава.

Для прогнозирования фазовых равновесий в пятикомпонентной системе $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 0 °С методом трансляции использованы данные о фазовых равновесиях в псевдотермальных точках четырёхкомпонентных систем. Установлено, что при 0 °С для исследуемой системы характерно наличие 15 дивариантных полей, 13 моновариантных кривых и 4 псевдотермальных точек. На основании этих данных построена диаграмма фазовых равновесий исследуемой системы при 0 °С.

Третья глава диссертационной работы посвящена прогнозированию фазовых равновесий на геометрических образах и построению диаграммы пятикомпонентной системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и составляющих её четырёхкомпонентных систем методом трансляции при 25 °С.

Согласно основным принципам физико-химического анализа с повышением температуры возможна частичная или полная дегидратация кристаллогидратов и образование новых смешанных или двойных солей, которые могут повлиять на строение диаграммы фазовых равновесий

исследуемой системы. Поэтому диссертантом изучены фазовые равновесия системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и её составляющих четырёхкомпонентных подсистем: $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{-Ca(HCO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{Na,Ca//CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ методом трансляции при 25 °С.

Методом трансляции найдены инвариантные точки уровня четырёхкомпонентного состава пятикомпонентной системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 25 °С и на основании данных результатов построена диаграмма фазовых равновесий системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 25 °С на уровне четырёхкомпонентного состава.

Установлено, что для системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 25 °С на уровне четырёхкомпонентного состава характерно наличие 9 дивариантных полей (поля кристаллизации индивидуальных твёрдых фаз), 19 моновариантных кривых (кривые совместной кристаллизации двух фаз) и 14 инвариантных точек (точки совместной кристаллизации трех фаз).

Для прогнозирования фазовых равновесий в пятикомпонентной системе $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 25 °С методом трансляции использованы полученные данные о фазовых равновесиях в инвариантных точках четырёхкомпонентных систем. Установлено, что для исследуемой системы при 25 °С характерно наличие 22 дивариантных полей, 28 моновариантных кривых и 11 инвариантных точек. На основе данных расчетов построена схематическая диаграмма фазовых равновесий пятикомпонентной системы $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 25 °С. Все построенные методом трансляции диаграммы фазовых равновесий фрагментированы по областям кристаллизации индивидуальных твёрдых фаз (для уровня четырёхкомпонентного состава) и совместной кристаллизации двух фаз (для уровня пятикомпонентного состава).

Четвёртая глава диссертационной работы посвящена экспериментальному изучению растворимости в инвариантных точках

четырёхкомпонентных систем: $\text{CaSO}_4\text{--CaCO}_3\text{--Ca}(\text{HCO}_3)_2\text{--H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{--Na}_2\text{CO}_3\text{--NaHCO}_3\text{--H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3\text{--H}_2\text{O}$; $\text{Na,Ca//CO}_3,\text{HCO}_3\text{--H}_2\text{O}$ при 0 и 25°C.

Экспериментальное определение положения инвариантных точек, установленных методом трансляции, осуществляется в работе двумя путями. Первый путь называется методом «донасыщения». Сущность метода заключается в том, что раствор, отвечающий инвариантной точке n – компонентной системе, постепенно донасыщается последующей твёрдой фазой, характерной для $n+1$ компонентной системы.

Второй путь состоит в том, что конгломерат равновесных твёрдых фаз с насыщенным раствором, характерный для транслируемой инвариантной точки n – компонентной системы, смешивают с другой транслируемой инвариантной точкой, характеризующий соответствующим набором твёрдых фаз и насыщенным раствором. Эти точки на уровне $n+1$ компонентного состава пересекаются в виде соответствующих моновариантных кривых с образованием инвариантной точки уровня $n+1$ компонентного состава.

Полученную смесь в обоих случаях термостатируют при данной температуре до достижения равновесия. Достижения равновесия контролируется периодическим отбором жидкой фазы на химический анализ и визуально с помощью микроскопа за состоянием равновесных твёрдых фаз. После достижения равновесия анализируется состав насыщенного раствора равновесного с твёрдыми фазами осадка и устанавливаются координаты инвариантной точки $n+1$ компонентного уровня исследуемой системы. На основании полученных результатов строятся соответствующие диаграммы растворимости $n+1$ компонентной системы.

Сделанные автором выводы соответствуют содержанию диссертации.

При всех достоинствах выполненной диссертационной работы она имеет ряд недостатков:

1. Следовало бы более подробно описать методику используемых химических анализов.

2. В экспериментах используются чистые вещества. Как это согласуется с переработкой природного сырья и отходов производства, когда их состав слишком сложный.
3. В тексте диссертации и автореферата имеются грамматические и технические ошибки.

Указанные недостатки не снижают высокую оценку научной и практической значимости диссертационного исследования, его актуальности и аргументированность полученных результатов.

Личное участие автора состояло в нахождении способов решения 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 основных положений и выводов диссертационной работы.

Публикации автора

Полученные диссертантом результаты опубликованы в 37 научных работах, из которых 22 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, а также в материалах 15 международных и республиканских конференций.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Структура, содержание, а также оформление списка цитируемой литературы, соответствуют ГОСТу Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу». М.: Стандартинформ. - 2012.

Заключение диссертационная работа «Фазовые равновесия и растворимость в системе $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 0 и 25 °С», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук

по специальности 02.00.01 - неорганическая химия, написана Жумаевым Маъруфжоном Тагоймуротовичом самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты и свидетельствует о личном вкладе Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича в неорганическую химию.

В диссертационной работе содержатся рекомендации по практическому применению полученных результатов в исследовании многокомпонентных водно-солевых систем, при комплексной переработке полиминерального природного и сложного технического сырья. Такой подход является экономически оправданным, поскольку одним из важнейших направлений исследований в настоящее время является разработка безотходных и малоотходных ресурсосберегающих технологических процессов. Диссертационная работа Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича соответствует пункту 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства России от 24.09.2013 г. № 842.

Основные научные результаты диссертационной работы Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича опубликованы в рецензируемых научных изданиях, что соответствует требованиям пункта 11 «Положения о присуждении ученых степеней».

В диссертационной работе Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича цитирование оформлено корректно, ссылки на авторов, источники заимствования, соавторов оформлены в соответствии с критериями, установленными пунктом 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертационная работа Жумаева Маъруфжона Тагоймуротовича «Фазовые равновесия и растворимость в системе $\text{Na,Ca//SO}_4,\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 0 и 25 °С», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия, является завершенной научно-квалификационной работой, в

которой содержится решение задачи в области изучения фазовых равновесий в многокомпонентных водно-солевых системах, имеющей существенное значение для физической и неорганической химии, что соответствует требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Адрес: Республика Таджикистан, 735700, г. Худжанд, проезд Мавлонбекова,
1. Биолого-химический факультет, Худжандский государственный университет им. академика Б.Гафурова
Тел: +992 (3422) 6-52-73, E-mail: hgu-rector@khujandi.com

Официальный оппонент: кандидат химических наук, по специальности 02.00.01.-неорганическая химия, доцент, начальник Департамента по учебной работе Худжандского государственного университета им. акад. Б.Гафурова
Тел: +992-92-764-54-30, E-mail: mukhidin.saburov@mail.ru



M.I. Saburov

Сабуров М.И.

Подлинность подписи Сабурова М.И. заверяю:
начальник ОК ХГУ им. акад. Б.Гафурова



Z. Anrapova

Ашрапова З.

Дата: «1» августа 2018 г.