

2002-008

На правах рукописи

РАДЖАБОВ САЙДАЛИ ФАЙЗАЛИЕВИЧ

**СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА АЛЮМОГИДРИДОВ КАЛИЯ,
КАЛЬЦИЯ И СТРОНЦИЯ.**

02.00.01 - неорганическая химия

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой
степени кандидата химических наук

Душанбе - 2002

Работа выполнена в лаборатории неорганических материалов Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан и на кафедре общей и неорганической химии Таджикского Технического Университета им. акад. М. Осими.

Научные руководители: доктор химических наук, профессор Бадалов Абдулхайр
доктор химических наук, старший научный сотрудник Пулатов Махмуджон Саиджонович.

Официальные оппоненты: доктор химических наук Юсупов Зухурутдин Нуритдинович, кандидат химических наук Гайбуллаева Зумрад Хабибовна

Ведущая организация: Таджикский Технологический Университет

Защита состоится « 30 » декабря 2002 года в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета К 047.003.01 в Институте химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Айни 299/2. E-mail: guli @ academy. td. silk.org.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан.

Автореферат разослан « 25 » ноября 2002 года.

Ученый секретарь диссертационного совета, кандидат химических наук

Касымова Г.Ф.

Касымова Г.Ф.

Актуальность темы. Возрастающий интерес исследователей к химии комплексных гидридных соединений алюминия обусловлено потребностью новой техники и технологии. В прикладном аспекте гидридные соединения используются как селективные восстановители и катализаторы в тонком органическом синтезе, эффективные компоненты твердого ракетного топлива и для получения сверхчистых материалов с полезными свойствами.

Высокая химическая активность, многообразие возможностей и типов химической связи, проявление индивидуальных особенностей атомов-партнеров в гидридных соединениях благодаря рыхлой структуре гидрида иона представляют большой теоретический интерес.

К настоящему времени получены достоверные сведения о физико-химических свойствах комплексных гидридных соединений алюминия с ЩМ (щелочными металлами) лития и натрия, т.к. разработаны эффективные методы синтеза с высокой степенью чистоты. Однако, во многих случаях эти методы непригодны для синтеза аналогичных соединений других ЩМ и ЩЗМ (щелочноземельными металлами).

В настоящей работе поставлена задача изыскания эффективных методов синтеза алюмогидрида калия, кальция и стронция. Изучение некоторых физико-химических свойств этих соединений, выявление закономерностей изменения свойств в ряду комплексных гидридных соединений алюминия со щелочными и ЩЗМ.

Работа выполнена в соответствии с планами Академии наук Республики Таджикистан и Таджикского Технического Университета им. М.С. Осими, утвержденными Министерством образования Республики Таджикистан (№ гос. регистрации 000000773).

Цель настоящей работы заключается в разработке новых способов синтеза алюмогидридов калия, кальция и стронция, в изучении их физико-химических и термодинамических свойств.

Основные положения, выносимые на защиту:

- разработки способов синтеза алюмогидридов калия, кальция и стронция;
- результаты исследования взаимодействий и фазовых равновесий в системах с участием алюмогидридов металлов;
- термодинамические характеристики процессов десольватации калия, кальция и стронция.

Научная новизна. Найдены условия десольватации алюмогидридов щелочных и щелочноземельных металлов. Изучено взаимодействие и фазовое равновесие в тройных системах с участием алюмогидридов металлов. Определены термодинамические характеристики процессов десольватации алюмогидридов кальция и стронция методом тензиметрии.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, посвященных технике эксперимента и экспериментальным исследованиям, обсуждению результатов работы, а также выводов и списка литературы. Работа изложена на 110 страницах машинописного текста, включая 32 рисунка, 20 таблиц и списка цитированной литературы, включающей 161 наименование.

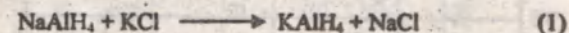
Публикации. По результатам исследований опубликовано две статьи и четыре тезиса докладов.

Апробация работы. Материалы диссертации обсуждались и докладывались на: научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов, посвященной 1100-летию Государства Саманидов (ТГНУ Душанбе, 1999г.), конференции молодых ученых (Душанбе 2000г.), Республиканской конференции «Достижение в области химии и химической технологии» (ИХАН Республики Таджикистан Душанбе, 2001г.), научном симпозиуме «Актуальные проблемы спектроскопии водородной связи» (ТГНУ, Душанбе, 2002 г.)

Основное содержание работы

1. Синтез алюмогидридов калия, кальция и стронция обменными реакциями их хлоридов с NaAlH_4

Первоначально проводили исследования зависимости выхода KAlH_4 от соотношения реагентов $\text{NaAlH}_4 : \text{KCl}$ в соответствии с реакцией:



в отсутствии органических растворителей.

Синтез алюмогидридов проводили механо-химическим методом с использованием центробежных и планетарных мельниц.

Исходными веществами служили перекристаллизованный NaAlH_4 и плавленый KCl высокой частоты. Однако, синтезы проведенные с техническим NaAlH_4 показали, что для реакции вполне пригоден технический плавленый NaAlH_4 .

На рис. 1 изображена зависимость выхода KAlH_4 от соотношения исходных NaAlH_4 и KCl за время 1 час. В таблице 1 приведены условия проведения и результаты опытов синтеза алюмогидрида калия. Затем, исходя из опытов по синтезу алюмогидрида калия, аналогично проводили синтезы алюмогидридов кальция и стронция (табл. 2)

Продукт после синтеза дважды обрабатывали тетрагидрофураном для полного удаления остатков непрореагировавшего NaAlH_4 . По содержанию NaAlH_4 в тетрагидрофурановом растворе определяли количество не вошедшего в реакцию NaAlH_4 . По этим данным и по количеству взятого в реакцию NaAlH_4 рассчитывали конверсию NaAlH_4 в гидridoалюминат

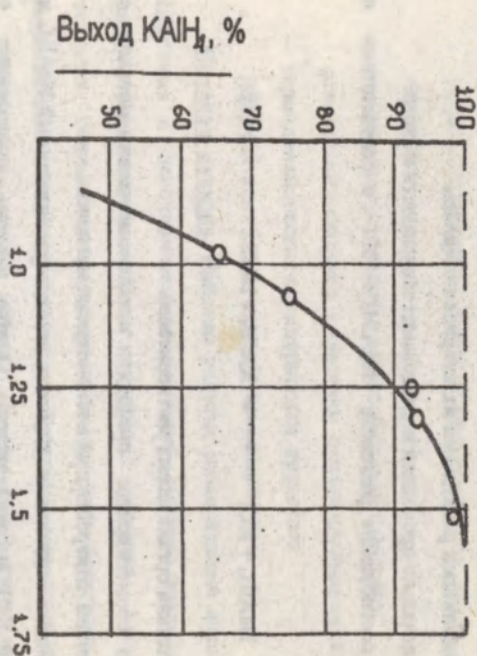


Рис. 1. Зависимость выхода $KAlH_4$ от соотношения реагентов $KCl/NaAlH_4$.

калия. Алюмогидриды калия, кальция и стронция после синтеза экстрагировали диэтилом.

При синтезе алюмогидридов калия, кальция и стронция по данному способу особенно существенным является возможность получения совершенно прозрачных и бесцветных диэтиловых растворов алюмогидридов металлов. Это является необходимым условием для выделения из них кристаллических алюмогидридов калия, кальция и стронция.

ТАБЛИЦА 1

Синтез $KAlH_4$ по обменной реакции $NaAlH_4$ с KCl в планетарной мельнице

№ п/п	Исходные вещества				Выход продукта		Примечание
	$NaAlH_4$, пересчет на 100%, г.	KCl пересчет на 100%, г.	Мольное отношение $KCl/NaAlH_4$	Время реакции, ч.	Непрореагировавший $NaAlH_4$ в %	Выход $KAlH_4$ по $NaAlH_4$ в %	
1	27,26	57,40	1:1,52	1,0	2,55	97,47	Использован технический $NaAlH_4$ - 91,45%
2	32,43	58,22	1:1,30	1,0	6,76	93,24	Перекристаллизованный $NaAlH_4$ - 99,7%
3	20,52	35,43	1:1,25	1,0	6,73	93,27	Технический $NaAlH_4$ - 79%
4	24,78	35,80	1:1,05	1,0	23,87	76,13	Перекристаллизованный $NaAlH_4$ - 97,7%
5	27,24	36,40	1:0,97	1,0	33,20	66,80	$NaAlH_4$ - 97,7%

ТАБЛИЦА 2.

Синтез $M'(AlH_4)_2$ по обменной реакции $NaAlH_4$ с $M'Cl_2$ в центробежной мельнице, где $M' = Ca, Sr$.

№ п/п	Исходное вещество				Время реакции, час.	Выход продукта			Примечание
	$NaAlH_4$, г.	$CaCl_2$, г.	$SrCl_2$, г.	$\frac{NaAlH_4}{M'Cl_2}$		Непрореагиров. $NaAlH_4$, г/%	$Ca(AlH_4)_2$, г/%	$Sr(AlH_4)_2$, г/%	
1	29,53	41,89	-	1:1,50	1,5	0,59/2	24,99/98	-	
2	30,50	36,06	-	1:1,30	1,5	0,9/2,5	24,86/97,5	-	
3	29,49	-	49,89	1:1,25	1,4	0,15/0,5	-	37,21/99,5	
4	28,90	-	59,88	1:1,50	1,2	0,43/1,5	-	36,84/98,5	Использован технический $NaAlH_4$ - 91,45%

2. Выделение и очистка алюмогидридов калия, кальция и стронция

Для очистки и выделения в индивидуальном состоянии алюмогидридов щелочных и щелочноземельных металлов необходимо знание их растворимости в широком интервале температур.

Знание характера и прочности сольватов, а также границ области существования несольватированных веществ является основой для разработки направленного способа очистки и выделения продуктов высокой степени чистоты.

Из диаграмм растворимости $MAIH_4$ - диглим и $M'(AlH_4)_2$ - диглим видно, что $KAIH_4$ образует сольваты при низких температурах, а $Ca(AlH_4)_2$ и $Sr(AlH_4)_2$ - при комнатной температуре. При высоких температурах алюмогидрид калия кристаллизуется в несольватированном виде.

Существование области кристаллизации несольватированного алюмогидрида калия позволило обосновать наиболее рациональные условия выделения кристаллического $KAIH_4$ высокой степени чистоты из растворов в диглиме.

Алюмогидрид калия, полученный предложенным нами способом, путем обмена $NaAlH_4$ с хлоридом калия в планетарной мельнице, очищали от следов $NaAlH_4$ путем обработки тетрагидрофураном, затем промывали пентаном и сушили.

Методика получения чистых алюмогидридов калия, кальция и стронция состояла в получении полностью осветленных совершенно прозрачных диглимовых растворов и последующей высокотемпературной кристаллизации с образованием крупных кристаллов. Выделенные крупнокристаллические препараты алюмогидридов имеют высокую степень чистоты и представляет собой хорошо сформированные, блестящие кристаллы. Для алюмогидрида калия методом жидкостной

пикнометрии была определена плотность, которая составила $1,285 \pm 0,04$ г/см³

3. Изучение растворимости алюмогидридов металлов в среде органического растворителя

Универсальными растворителями для алюмогидридов металлов являются тетрагидрофуран /ТГФ/ и диметилловый эфир диэтиленгликоля /диглим, ДГ/, в которых хорошо растворены большинство комплексных гидридов.

Знание растворимости алюмогидридов металлов имеет практическое значение для очистки, комплексообразования и проведения реакций с участием гидридов металлов.

Изучение изотермы растворимости NaAlH_4 - KAlH_4 - диглим проводилось как с целью подтверждения состава соединений, образуемых в системе MAlH_4 - ДГ, так и для выяснения характера взаимодействия при растворении в диглиме двух тетрагидроалюминатов натрия и калия.

Исследование взаимодействия компонентов проводили методом изотермической растворимости. Экспериментальные данные по растворимости в тройной системе NaAlH_4 - KAlH_4 - диглим при 25°C нанесены графически в координатах Гиббса на рис. 2.

Образование твердых растворов и двойных солей в системе не обнаружены. Изотерма растворимости состоит из трех ветвей, отвечающих кристаллизации сольвата $\text{NaAlH}_4 \cdot \text{ДГ}$ и несольватированных NaAlH_4 и KAlH_4 . Изученная система относится к простому эвтектическому типу с составом эвтоникки, отвечающей 27,3 мол. % NaAlH_4 , 7,1 мол. % KAlH_4 .

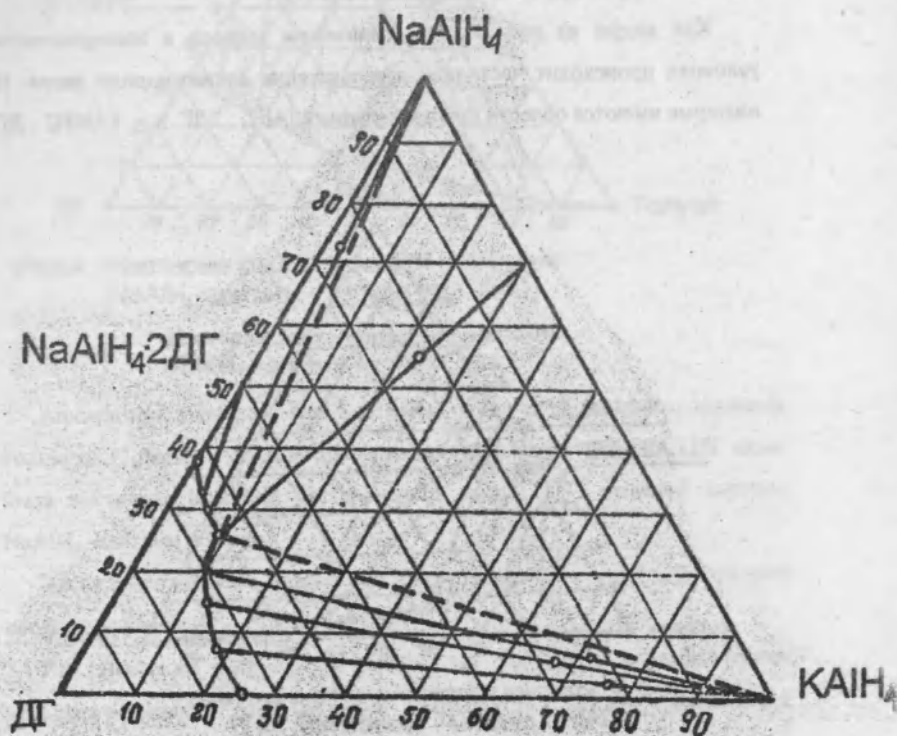


Рис.2. Изотерма растворимости в системе NaAlH_4 - KAlH_4 - диглим при 25°C

**Изотерма растворимости в системе
LiAlH₄ – диглим – толуол, при 50°C**

С целью изучения процесса десольватации LiAlH₄ · 2ДГ, нами построена тройная система LiAlH₄ – диглим – толуол при 50°C.

Экспериментальные данные по растворимости в системе LiAlH₄ – диглим – толуол при 50°C приведены на рис. 3.

Как видно из рис. 3 при добавлении толуола в изотермических условиях происходит частичная десольватация алюмогидрида лития. На изотерме имеются области кристаллизации LiAlH₄ · 2ДГ и LiAlH₄ · ДГ.

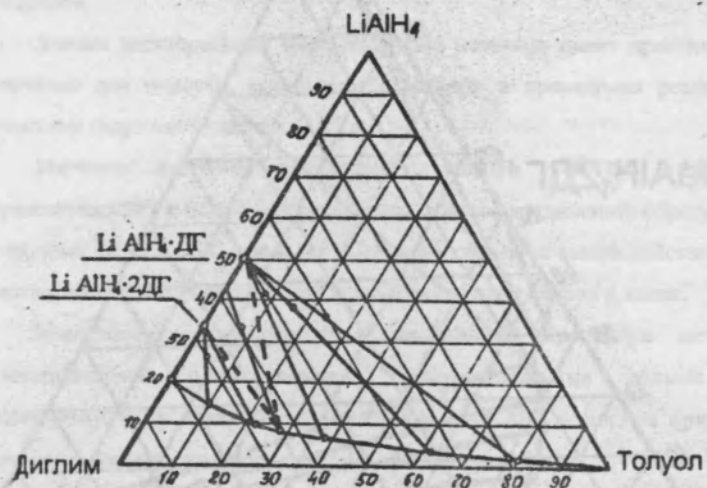


Рис.3. Изотерма растворимости в системе LiAlH₄- диглим - толуол при 50°C

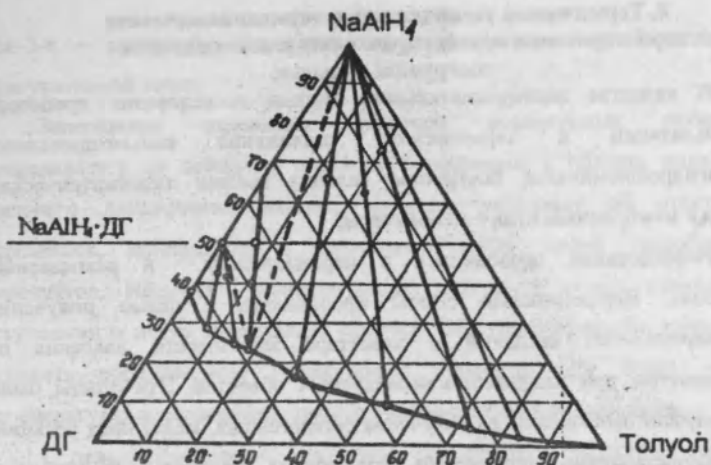


Рис.4. Изотерма растворимости в системе NaAlH₄- диглим - толуол, при 25°C

**Изотерма растворимости в системе
NaAlH₄ – диглим – толуол, при 25°C**

Алюмогидрид натрия, как и LiAlH₄, образует с диглимом прочные сольваты. С целью изучения процесса десольватации NaAlH₄ · ДГ нами была построена изотерма растворимости при 25°C в тройной системе NaAlH₄ – диглим – толуол.

Экспериментальные данные по растворимости в тройной системе проведены на рис. 4.

Как видно из рис. 4, при добавлении толуола в изотермических условиях происходит десольватация NaAlH₄ · ДГ. На изотерме имеется широкая область несольватированного NaAlH₄.

4. Термическая устойчивость и термодинамические характеристики сольватированных алюмогидридов подгруппы кальция

В качестве экспериментального метода исследования процессов десольватации и термического разложения сольватированных тетрагидроалюминатов подгруппы кальция выбран тензиметрический метод с мембранным нуль – манометром.

Исследования проводились в неравновесных и равновесных условиях. Неравновесные опыты проводились с целью получения предварительных сведений о характере зависимости давления от температуры при разложении исследуемых объектов. Эти опыты были объективно необходимы для изучения гетерогенных, медленных реакций, для сопоставления результатов, полученных независимыми методами тензиметрии и дифференциально-термического анализа.

Определение истинного характера исследуемых процессов, разделение отдельных ступеней и достоверный интервал температур протекания этих ступеней, независимой от условий эксперимента, а также расчёт термодинамических характеристик изучаемых систем возможны только по результатам исследований, проведенных в равновесных условиях. Для достижения равновесия в системе каждая фигуративная точка на кривой барограммы выдерживалась в течение 100 часов для процесса десольватации и до 200 часов при процессе термического разложения комплексных алюмогидридов. Равновесие в системе считалось достигнутым, если давление не изменялось в течение 8-10 часов. Достижение равновесия проверялось как при прямом ходе барограммы /при нагреве/, так и при ее обратном ходе /охлаждении/. Полное воспроизводство прямого и обратного хода барограммы не всегда удается достичь. При обратном ходе барограммы /при охлаждении системы/ заметное понижение давления в исследованных системах наблюдается при

2х-3-х – кратном возрастании времени изотермической выдержки фигуративной точки.

Завершение отдельных ступеней исследуемых процессов определяется по плавному переходу барограммы в область линейного газового расширения, наличие которого указывает об отсутствии процессов, приводящие к изменению числа молей газообразных продуктов. Наличие температурного интервала между отдельными ступенями и очень замедленная скорость обратного процесса, позволяют удалить образующиеся газообразные продукты при более низких температурах и исследовать последующую стадию в чистом виде.

С целью определения интервала температур и характера процесса десольватации и термического разложения, а также возможности и условий получения несольватированных образцов тетрагидроалюминатов элементов ПА группы были проведены серии тензиметрических опытов с мембранным нуль – манометром, изготовленным в классическом исполнении. В этих опытах десольватированная часть растворителя (L-ТГФ и ДГ) не имела возможности конденсироваться вне мембранной камеры. Опыты были проведены в неравновесных условиях. Каждая фигуративная точка на кривой зависимости давления газообразных продуктов от температуры /барограмма/ выдерживалась в изотермических условиях в течение 1-1,5 часа. Измерение давления в мембране производилось через определенный интервал времени /15-20 минут/.

Результаты исследования процессов десольватации и термического разложения сольватированных тетрагидроалюминатов кальция и стронция с разными растворителями /ТГФ и ДГ/ в неравновесных условиях приведены на рис. 5. Как видно из рис. 5, в исследованном интервале температур 290-500К термическая десольватация изучаемых веществ носит ступенчатый характер и состоит из двух ступеней.

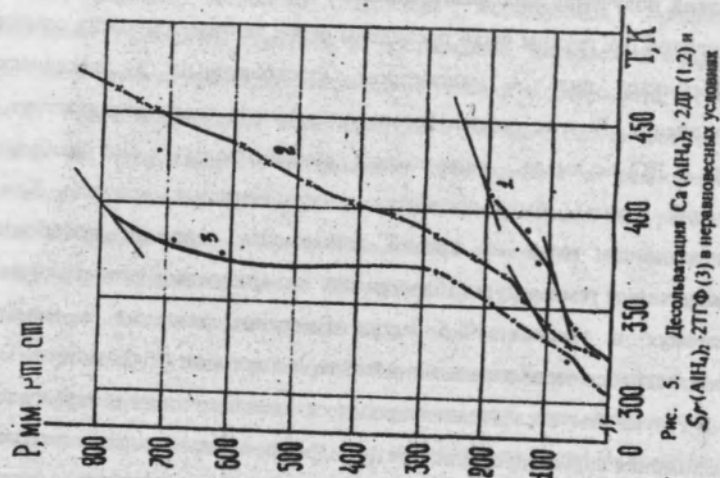


Рис. 5. Десольватация $\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ДГ}$ (1, 2) и $\text{Sr}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ТГФ}$ (3) в неравновесных условиях

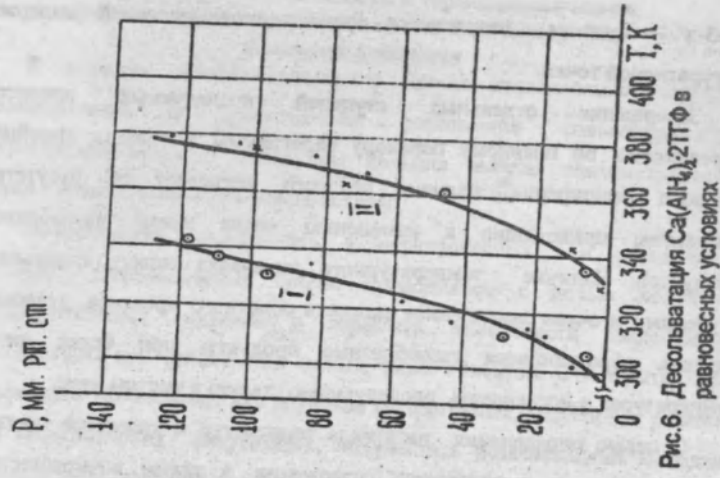


Рис. 6. Десольватация $\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ТГФ}$ в равновесных условиях

В дальнейшем, во избежание побочных реакций между продуктами распада молекул растворителя и основного вещества в условиях эксперимента, опыты проведены в равновесных условиях в модифицированных мембранах (рис. 6).

Для дальнейших расчётов экспериментальные данные процесса десольватации приведены в виде зависимости $\lg P = f(1/T \cdot 10^3)$. Линия регрессии для процесса десольватации $\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{L}$ состоит из двух взаимопересекающихся прямых линий, соответствующие отдельным стадиям процесса десольватации. Обработка экспериментальных данных производилась отдельно для каждой ступени. Математическая обработка данных производилась по МНК с целью получения уравнения линии регрессии в виде

$$\lg P(L) = B - A/T \cdot 10^3 \quad (1)$$

с использованием значения t - распределения коэффициента Стьюдента при 90%-ном и 95%-ном доверительном уровнях.

Значения коэффициентов уравнении регрессии и интервалы температур изученных объектов приведены в табл.3.

ТАБЛИЦА 3.
Значение коэффициентов уравнений барограмм процесса десольватации $M(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{L}$

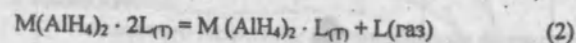
Соединение	$\lg P, \text{ атм. (L)} = B - A/T \cdot 10^3$		
	A	B	Интервал температур, К
I ступени			
$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ДГ}$	$2,63 \pm 0,03$	$6,63 \pm 0,08$	310 - 350
$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ТГФ}$	$2,28 \pm 0,03$	$6,38 \pm 0,08$	300 - 350
$\text{Sr}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ТГФ}$	$2,83 \pm 0,03$	$7,38 \pm 0,08$	300 - 360
II ступени			
$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot \text{ТГФ}$	$0,90 \pm 0,03$	$1,46 \pm 0,08$	350 - 420
$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot \text{ДГ}$	$0,72 \pm 0,03$	$1,65 \pm 0,08$	350 - 430

Исследования показали, что процесс десольватации тетрагидроалюмината кальция состоит из двух ступеней, а аналогичное соединение стронция десольватируется в одну стадию. Определены интервалы температур отдельных ступеней процесса десольватации в равновесных условиях. Наличие интервала температур между окончанием процесса десольватации и началом процесса термического разложения указывает о возможности полной десольватации исходных образцов и получения несольватированных, индивидуальных тетрагидроалюминатов щелочноземельных металлов.

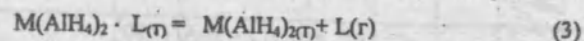
Определение химической схемы процесса десольватации и термического разложения сольватированных образцов, изученных соединений, произведено путем количественных тензиметрических опытов с мембранным нуль-манометром.

Результаты количественных измерений первой ступени десольватации исследуемых веществ показывают, что при первой ступени десольватируется 50% от исходного количества растворителя, то есть один моль.

На основании вышеприведенных сведений предлагается следующая схема первой ступени процесса десольватации исследованных веществ



Вторая ступень десольватации протекает по следующей схеме:



Обработка экспериментальных данных приводилось по методу наименьших квадратов (МНК) с регрессионным анализом на компьютере по программе, составленной на языке ФОРТРАН - IV.

Определение термодинамических характеристик исследованных процессов и соединений производили по уравнениям зависимости давления газа от температуры, полученных в равновесных условиях.

При условии небольшого температурного интервала измерений ($T=150^\circ\text{C}$) и стабильности в значении теплоёмкости ($\Delta C_p=0$) в изученных процессах результаты приемлемой (достаточной) точности можно получить по уравнению:

$$\lg P = A - B/T = \Delta S^\circ / 4,575 - \Delta H^\circ / 4,57 \cdot T \quad (4)$$

На основании приведенных схем процесса десольватации (урав. 2 и 3), экспериментально полученным уравнениям барограмм (табл.3) рассчитаны термодинамические характеристики процесса десольватации исследованных соединений, которые приведены в табл. 4.

Значения термодинамических величин определены в условиях протекания процесса.

ТАБЛИЦА 4.

Термодинамические характеристики ступеней процесса десольватации

Соединение	Интервал температур, К	Термодинамические характеристики		
		$\Delta H^\circ_{T_1}$, кДж/моль	$\Delta S^\circ_{T_1}$, Дж/моль·К	$\Delta G^\circ_{T_1}$, кДж/моль
I ступени				
$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ДГ}$	310-350	$12,04 \pm 2$	$30,32 \pm 4$	$3,1 \pm 2$
$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ТГФ}$	300-350	$10,43 \pm 2$	$29,27 \pm 4$	$1,8 \pm 2$
$\text{Sr}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ТГФ}$	300-360	$12,9 \pm 2$	$33,76 \pm 4$	$2,8 \pm 2$
II ступени				
$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot \text{ДГ}$	350-430	$3,32 \pm 2$	$7,55 \pm 4$	$1,1 \pm 2$
$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ТГФ}$	350-420	$4,07 \pm 2$	$6,70 \pm 4$	$2,0 \pm 2$

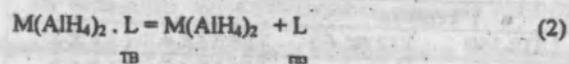
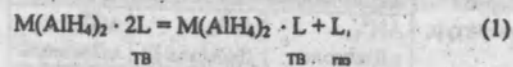
ВЫВОДЫ

1. Впервые твердофазной реакцией хлоридов калия, кальция и стронция с алюмогидридом натрия, при механохимической активации с последующим растворением продуктов синтеза в диглиме и кристаллизацией их тетрагидрофурановыми растворами, получены алюмогидриды калия, кальция и стронция.

2. Изучены фазовые равновесия в системах $\text{NaAlH}_4 - \text{KAlH}_4 - \text{ДГ}$, $\text{LiAlH}_4 - \text{ДГ} - \text{толуол}$, $\text{NaAlH}_4 - \text{диглим} - \text{толуол}$. Обнаружены области кристаллизации несольватированных NaAlH_4 , KAlH_4 . В системах с участием смешанных растворителей выявлено десольватирующее действие толуола и обнаружены области кристаллизации $\text{LiAlH}_4 \cdot \text{ДГ}$ из $\text{LiAlH}_4 \cdot 2\text{ДГ}$ и NaAlH_4 из $\text{NaAlH}_4 \cdot \text{ДГ}$.

3. Изучены процессы десольватации и термического разложения сольватированных алюмогидридов ЩЗМ состава $\text{M}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{L}$, где $\text{M} = \text{Ca}, \text{Sr}$, $\text{L} = \text{ДГ}, \text{ТГФ}$ тензиметрическим методом в неравновесных и равновесных условиях. Показана двухступенчатость процесса термической десольватации в интервале 290-500К. По равновесным данным составлены уравнения барограмм отдельных ступеней десольватации.

4. Установлено, что процесс десольватации сольватированных алюмогидридов ЩЗМ протекает по схемам:



где $\text{M} = \text{Ca}$, $\text{L} = \text{ДГ}, \text{ТГФ}$

Процесс десольватации $\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{L}$ в равновесных условиях протекает в две стадии. На первой ступени десольватируется 50% исходного количества растворителя, а остальное на второй ступени.

Процесс десольватации $\text{Sr}(\text{AlH}_4)_2 \cdot 2\text{ТГФ}$ протекает в одну стадию.

5. Исходя из уравнений барограмм определены термодинамические характеристики ступеней процесса десольватации. Значения энергии Гиббса указывают, что алюмогидриды ЩЗМ образуют более прочные сольваты с диглимом по сравнению с ТГФ-ом.

Содержание диссертационной работы

изложено в следующих публикациях

1. Раджабов С.Ф., Бадалов А.Б., Исломова М.С. Изотерма растворимости $\text{LiAlH}_4 - \text{ДГ} - \text{толуол}$, при 50°C // Доклады АН РТ - 2000г, Т. XLIII, № 1,2., с.39-40.
2. Бадалов А.Б. Раджабов С.Ф., Исломова М.С. Изотерма растворимости $\text{NaAlH}_4 - \text{ДГ} - \text{толуол}$, при 25°C // Доклады АН РТ - 2000г., Т. XLIII, №1,2., с.41-42.
3. Исломова М.С., Исоев Д.Т., Раджабов С.Ф. Синтез и свойства тетрагидроалюминатов бериллия, магния и кальция. Конференция молодых ученых «Химия в начале XXI века», посвященная 80-летию академика АН Таджикистана М.С. Осими. (Тезисы докладов) Душанбе -2000, с.8
4. Раджабов С.Ф., Исоев Д.Т., Исломова М.С. Термические и термодинамические свойства бинарных и комплексных боро- и алюмогидридов щелочных металлов. Конференция молодых ученых «Химия в начале XXI века», посвященная 80-летию академика АН Таджикистана М.С. Осими. (Тезисы докладов), Душанбе -2000, с.9
5. Раджабов С.Ф., Пулатов М.С., Бадалов А.Б., Мирсаидов У.М. Синтез алюмогидридов металлов с использованием планетарных мельниц. Материалы республиканской конференции «Достижение в области химии и химической технологии» ИХАН РТ, 8-9 ноября 2001 года, с. 195.
6. Пулатов М.С., Раджабов С.Ф., Бадалов А.Б., Назаров К. ИК-спектроскопия и термогравиметрия соединения борогидрида кальция нового типа. Материалы научного симпозиума «Актуальные проблемы спектроскопии водородной связи», Душанбе, ТГНУ; 29-30 ноября 2001г, с.93-94.

