УДК 544.015.32.6.

СРАВНЕНИЕ ФАЗООБРАЗОВАНИЙ В СИСТЕМЕ NA, AL||SO_4, HCO_3-H_2O ПРИ 273 И 298 К

COMPARISON OF PHASE FORMATION IN THE NA, AL||SO_4, HCO_3-H_2O SYSTEM AT TEMPERATURES OF 273 AND 298 K

Олимджонова Нилуфар Вахобджоновна
докторант PhD кафедры общей и неорганической химии,
Таджикский государственный
педагогический университет им. С. Айни
nilufarolimjonova180@mail.ru

Музафарова Дилдодабону Зайнуллоевна
докторант PhD кафедры общей и неорганической химии,
Таджикский государственный
педагогический университет им. С. Айни
dildodamuzafarova@gmail.com

Жумаев Маъруфжон Тагоймуротович
кандидат химических наук,
доцент,
доцент кафедры общей и неорганической химии,
Таджикский государственный
педагогический университет имени С. Айни
jumaev_m@bk.ru

Аннотация. Методом трансляции изучены фазовые равновесия системы Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O при температурах 273 и 298 К. На основе этого для указанной системы определены 2 и 3 нонвариантные точки; 5 и 7 моновариантных линий; и 4 и 5 дивариантных полей соответственно. Для сравнения построены диаграммы фазовых равновесий исследуемой системы.

Ключевые слова: система, компонент, метод трансляции, фазообразование, диаграмма.

Olimjonova Nilufar Vahobjonovna
PhD student at the Department of General and Inorganic Chemistry,
Tajik State Pedagogical University
named after S.Aini
nilufarolimjonova180@mail.ru

Muzafarova Dildodabonu Zaynulloevna
PhD student at the Department of General and Inorganic Chemistry,
Tajik State Pedagogical University
named after S.Aini
dildodamuzafarova@gmail.com

Jumaev Marufjon Tagoymurotovich
PhD in Chemistry,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department of General and Inorganic Chemistry,
Tajik State Pedagogical University
named after S.Aini
jumaev_m@bk.ru

Annotation. Phase equilibria of the Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O system at temperatures of 273 and 298 K were studied by the translation method. Based on this, 2 and 3 nonvariant points; 5 and 7 monovariant lines; and 4 and 5 divariant fields were determined for the specified system, respectively. Diagrams of phase equilibria of the investigated system were constructed for comparison.

Keywords: system, component, translation method, phase formation, diagram.

Промышленные отходы – неизбежный результат каждого производства и серьезная угроза для окружающей среды, ежегодно в мире образуются миллиарды тонн отходов. В то же время отходы одной отрасли могут быть ценным сырьем для другой, а их переработка снижает негативное воздействие на окружающую среду и является дополнительным источником дохода и богатства.

С этой целью изучение многокомпонентных систем, которые составляют основу состава отходов алюминиевого завода, и прогнозирование фазовых равновесий водно-солевых химических систем облегчает решение проблемы, а также является экологически и экономически выгодным.

Примером такой системы является взаимная система Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O. Указанная четырехкомпонентная система является одной из составных частей относительно сложной пятикомпонентной системы Na, Ca, Al||SO_4, HCO_3-H_2O. В то же время она является теоретической основой многих технических процессов и служит для переработки отходов алюминиевого завода. Кроме того, закономерности фазовых равновесий, имеющих место в ней, наряду с теоретическим значением, имеют и практическое значение. Однако данных фазовых равновесий системы Na, Ca, Al||SO_4, HCO_3-H_2O при температурах 273 и 298 К, полученных на основе метода растворимости, недостаточно для построения закрытой диаграммы этой системы.

Анализ существующей литературы показывает, что система Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O при температурах 273 и 298 К до сих пор не изучена [1]. Поэтому фазовые равновесия данной системы были изучены нами с помощью метода трансляции [2, 3], основанного на принципе соответствия [4] структуры элементов отдельных и общих систем на одной диаграмме. Метод трансляции позволяет прогнозировать фазовые равновесия систем с относительно большим компонентным составом на основе данных о фазовых равновесиях подсистем, входящих в их состав [2]. Этот метод основан на топологических свойствах геометрических форм химических систем и правиле фаз Гиббса [5]. Известно, что при увеличении компонентного состава системы от n до n+1 компонента геометрические формы n-

компонентных систем увеличивают свой размер на единицу и транслируются на уровень n+1, образуя геометрические формы этого уровня компонентности. Подробнее об использовании метода трансляции для прогнозирования фазовых равновесий в многокомпонентных водно-солевых системах можно узнать в работах [2–4].

Взаимная система Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O до сих пор не изучена [6] и состоит из следующих 4 трехкомпонентных подсистем: Na_2SO_4-$NaHCO_3$-H_2O, $Al(HCO_3)_3$-$NaHCO_3$-H_2O, Na_2SO_4-$Al_2(SO_4)_3$-H_2O и $Al(HCO_3)_3$-$Al_2(SO_4)_3$-H_2O. В трехкомпонентной системе характерны следующие фазовые равновесия (табл. 1).

Таблица 1 – Фазовые равновесия в нонвариантных точках трехкомпонентных систем, составляющих взаимную систему Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O при температурах 273 и 298К

Система	Нонвариантные точки	Равновесные твёрдые фазы
Изотерма 273 К		
Na_2SO_4-$NaHCO_3$-H_2O	E_1^3	Mib + Nh
$Al(HCO_3)_3$-$NaHCO_3$-H_2O	E_2^3	AlH + Nh
Na_2SO_4-$Al_2(SO_4)_3$-H_2O	E_3^3	Mib + Al·18
$Al(HCO_3)_3$-$Al_2(SO_4)_3$-H_2O	E_4^3	Al·18+ AlH
Изотерма 298 К		
$Al(HCO_3)_3$-$NaHCO_3$-H_2O	E_1^3	AlH + Nh
$Al(HCO_3)_3$-$Al_2(SO_4)_3$-H_2O	E_2^3	Al·18+ AlH
Na_2SO_4-$NaHCO_3$-H_2O	E_3^3	Mib + Nh
Na_2SO_4-$Al_2(SO_4)_3$-H_2O	E_4^3 E_5^3	Al·18+NaAl·12 NaAl·12+ Mib

В таблице 1 и далее символ Е обозначает нонвариантные точки, где его степень указывает на компонентность системы, а индекс – на порядковый номер нонвариантной точки. Кроме того, для фазовых равновесий приняты следующие условные обозначения: Na·Al·12 – $Na_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$ – кристаллогидрат сульфата натрия-алюминия; Nh – $NaHCO_3$ – нахколит; Mb – Na_2SO_4 – мирабилит; AlH – $Al(HCO_3)_3$ – гидрокарбонат алюминия; Al·18 – $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ – кристаллогидрат сульфата алюминия.

Из таблицы следует, что для вышеупомянутой четырехкомпонентной системы при температуре 273 К характерны 4 твердые фазы в равновесии, а при 298 К – 5, которые участвуют в образовании 4 и 6 нонвариантных точек четырехкомпонентного уровня соответственно. На рисунке приведены диаграммы фазовых равновесий системы обмена Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O на трех- и четырехкомпонентном уровнях в виде «раскрытой пирамиды».

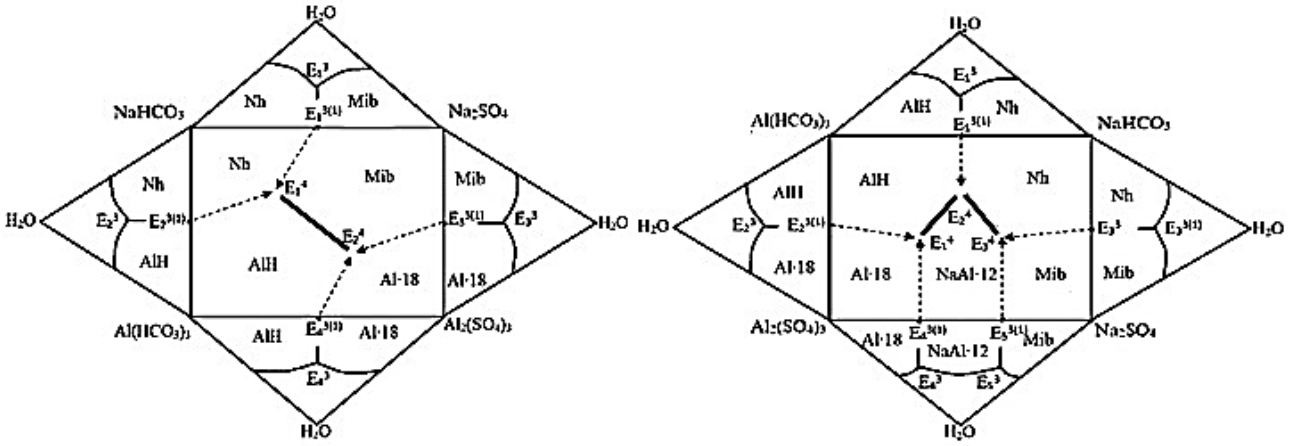

Рисунок 1 – Диаграмма фазового комплекса системы Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O при 273 и 298 К на уровне трех-четырехкомпонентного состава

Равновесные твердые фазы полей представлены на рисунке, а равновесные твердые фазы нонвариантных точек – в таблице 1. Для моновариантных линий между нонвариантными точками характерны следующие равновесные твердые фазы: для изотермы 273 К и для изотермы 298 К.

Изотерма 273 К:

$$E_1^4 \text{ ——— } E_2^4 = \text{Mib} + \text{AlH}.$$

Изотерма 298 К:

$$E_1^4 \text{ ——— } E_2^4 = \text{AlH} + \text{NaAl·12};$$
$$E_2^4 \text{ ——— } E_3^4 = \text{NaAl·12} + \text{Nh}.$$

При трансляция нонвариантных точек на уровне четырехкомпонентного состава приводит к образованию моновариантных линий, а их пересечение образует нонвариантные точки четырехкомпонентного уровня с их равновесными твердыми фазами при температурах 273 и 298 К (рис. 1):

Изотерма 273 К:

$$E_1^3 + E_2^3 \dashrightarrow E_1^4 = Mib + Nh + AlH;$$
$$E_3^3 + E_4^3 \dashrightarrow E_2^4 = AlH + Mib + Al{\cdot}18.$$

Изотерма 298 К:

$$E_2^3 + E_4^3 \dashrightarrow E_1^4 = Al{\cdot}18 + NaAl{\cdot}12 + AlH;$$
$$E_1^3 + NaAl{\cdot}12 \dashrightarrow E_2^4 = AlH + NaAl{\cdot}12 + Nh;$$
$$E_3^3 + E_5^3 \dashrightarrow E_3^4 = Nh + Mib + NaAl{\cdot}12.$$

Таким образом, методом трансляции при температуре 273 К были получены в результате двусторонней трансляции две нонвариантные точки четырёхкомпонентного уровня (E_1^4 ва E_2^4) а три нонвариантные точки четырёхкомпонентного уровня (E_1^4, E_2^4 ва E_3^4) – в результате односторонней и двусторонней трансляции [7].

При этом сравнение фазообразования в четырёхкомпонентной взаимной системе Na, Al||SO_4, HCO_3-H_2O при температурах 273 и 298 К дало следующие значимые результаты:

Геометрические образы	273	298
Нонвариантные точки	2	3
Моновариантные кривые	5	7
Дивариантные поля	4	5

Список литературы:

1. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водносолевых систем. – Кн. 1–2. – СПб. : Химиздат, 2004. – Т. II. – 1247 с.
2. Солиев Л. Прогнозирование строения диаграмм фазовых равновесий многокомпонентных водно-солевых систем методом трансляции (Деп. В ВИНИТИ АН СССР 20.12.87 г., № 8990-В87). – М., 1987. – 28 с.
3. Солиев Л. Прогнозирование фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции – Кн. 1. – Душанбе : ТГПУ, 2000. – 247 с.
4. Горощенко Я.Г. Физико-химической анализ гомогенных и гетерогенных систем. – К. : «Наукова думка», 1978. – 490 с.
5. Аносов В.Я. Основы физико-химического анализа / В.Я. Аносов, М.И. Озерова, Ю.Я. Фиалков. – М. : «Наука», 1976. – 504 с.
6. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водносолевых систем. – Кн. 1–2. – СПб. : Химиздат, 2003. – Т. I. – 1151 с.
7. Солиев Л. Журнал неорганической химии АНСССР. – 1988. – Т. 33. – № 5. – С. 1305–1310.

List of references:

1. Handbook of Experimental Data on the Solubility of Multicomponent Water-Salt Systems. – Books 1–2. – SPb. : Khimizdat, 2004. – Vol. II. – 1247 p.
2. Soliev L. Prediction of the Structure of Phase Equilibrium Diagrams of Multicomponent Water-Salt Systems by the Translation Method (Deposited in VINITI of the USSR Academy of Sciences 20.12.87, № 8990-V87. – M., 1987. – 28 p.
3. Soliev L. Prediction of Phase Equilibria in a Multicomponent Marine-Type System by the Translation Method. – Book 1. – Dushanbe : TSPU, 2000. – 247 p.
4. Goroshchenko Ya.G. Physico-Chemical Analysis of Homogeneous and Heterogeneous Systems. – K. : «Naukova Dumka», 1978. – 490 p.
5. Anosov V.Ya. Fundamentals of Physico-Chemical Analysis / V.Ya. Anosov, M.I. Ozerova, Yu.Ya. Fialkov. – M. : «Nauka», 1976. – 504 p.
6. Handbook of Experimental Data on the Solubility of Multicomponent Water-Salt Systems. – Books 1–2. – SPb. : Khimizdat, 2003. – Vol. I. – 1151 p.
7. Soliev L. Journal of Inorganic Chemistry of the USSR Academy of Sciences. – 1988. – Vol. 33. – № 5. – P. 1305–1310.