

Наиболее привлекательным методом переработки является комбинированный метод, включающий низкотемпературный пиролиз исходных ТБО, сжигание образующегося углеродистого остатка и дожигание отходящих газов после очистки в абсорбере. Такой метод имеет ряд преимуществ, к которым относятся небольшое количество дымовых газов по сравнению с прямым сжиганием, отсутствие в газах высокотоксичных соединений, сокращается расход дополнительного топлива требуемого для сжигания, т.к. углеродистый остаток обладает высокой теплотворной способностью по сравнению с исходными ТБО.

### **ПИРОЛИЗ - ҚАТТЫ ТҮРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ ТАЛҒАУЛЫ ӘДІСТЕРІ**

Н.А. Аверьянова, М.П. Арлиевский, Ю.А. Талдыкин

Қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) пайдалану мен қайта өңдеудің түрлі әдістері сипатталған. Пиролиздің әртүрлі түрлері қарастырылған. ҚТҚ-ны биометриялық әдіс пен полигонда көму әдісінің алдында термиялық қайта өңдеудің (пиролиз) артықшылығы көрсетілген.

### **PYROLYSIS – THE ALTERNATIVE METHOD OF THERMAL PROCESSING OF THE SOLID HOUSEHOLD WASTE**

N.A. Averyanova, M.P. Arlievsky, Y.A. Taldykin

The report describes various methods of processing and recycling of a solid household waste (SHW). Variants of pyrolysis are discussed. It is testified that incineration (pyrolysis) has advantages of composting and disposal by way of landfill.

**УДК 546.273-325+344.3**

### **ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМАХ $H_3BO_3$ – АЦЕТАТ ЛИТИЯ (НАТРИЯ) – ВОДА**

**М.К. Калабаева, Л.К. Бейсембаева, М.Р. Танашева**

**Казахский национальный университет имени аль-Фараби**

Значение соединений бора в народном хозяйстве трудно переоценить, потребность в соединениях бора растет из года в год. Неорганические соединения бора находят разнообразные применения в самых различных областях промышленности: прежде всего в стекловарении, при производстве керамики, эмалей, глазурей, моющих средств, металлургии, все возможные лекарственные препараты, препараты для лечения раковых опухолей, ядерной технологии и многое другое.

В высоко развитых странах нет такой отрасли народного хозяйства, где бы ни применялись борные соединения. Известно, что в зарубежной практике борные соединения в условиях малотоннажных производств выпускаются в широком ассортименте. Номенклатура вырабатываемых технических кислородных соединений бора насчитывается более сотни наименований. Наиболее важным из них по валовому выпуску потребительской стоимости являются природные и синтетические бораты лития, натрия, кальция, магния, бария, свинца, цинка, марганца, борная кислота, борный ангидрид. На их долю приходится - 95% товарного продукта, из них: в США вырабатывается – 65-70%, в Западной Европе – 75%, даже такая страна как Франция на привозном сырье производит – около десятка наименований соединений бора.

В Казахстане при наличии достаточных запасов борного сырья производство товарных борных продуктов практически не развито ввиду отсутствия ускоренных методов синтеза боратов в режиме малотоннажных производств.

Известные до настоящего времени кислотные и термически-щелочные, хорошо разработанные технологии переработки борного сырья не применимы к отечественному борному сырью по следующим причинам:

- известные технологии рассчитаны на достаточно высокие содержание основного компонента в руде, т.е.  $B_2O_3$  должно быть не менее 20-25 %, тогда как в отечественном сырье  $B_2O_3$  не более 10-16 %;

- известные технологии мало селективные к бору, т.е. в раствор наряду с бором переходят большого количества примесных водно-растворимых солей, содержание целевого продукта  $B_2O_3$  не превышает 15-20 %.

Исследование многокомпонентных боратных систем, установление общих и частных закономерностей в структуре, анализ корреляции между строением кристаллов и химическим составом, позволяет представить возможные пути синтеза боратов, прогнозировать свойства неизвестных в настоящее время борных соединений столь необходимых для народного хозяйства суверенного Казахстана.

В работах /1-4/ приводятся результаты исследования растворимости природных боратов Индерского месторождения в среде монокарбоновых кислот. Выявлены физико-химические свойства, и степень разложения боратов в смеси монокарбоновых кислот, установлены условия позволяющие, упростить процесс извлечения бора в жидкую фазу, увеличить коэффициент использования сырья и снизить потери бора. Установлено, что ускоренный синтез боратов лучше проводить в среде органических растворителей, особенно с участием монокарбоновых кислот. Для теоретического и экспериментального обоснования ускоренных мини-технологических схем синтеза практически важных боратов лития и натрия представляет интерес исследование закономерностей растворимости систем-содержащих борную кислоту, ацетат лития (натрия) и воду.

В связи с этим для выявления условий ускоренного синтеза особо чистых боратов лития (натрия) были изучены фазовые равновесия систем, где одной из компонентов является соль монокарбоновой кислоты, т.е. наряду с борной кислотой присутствуют соли монокарбоновых кислот, в частности ацетат лития (натрия).

Экспериментальные данные по изучению растворимости систем  $H_3BO_3$ - $LiCH_3COO$ - $H_2O$  и  $H_3BO_3$ - $NaCH_3COO$ - $H_2O$  при 20°C, 30°C, 40°C были графически оформлены в виде фазовых диаграмм и на рис.1 -2 представлены фазовые диаграммы изученных систем при температуре 40°C.

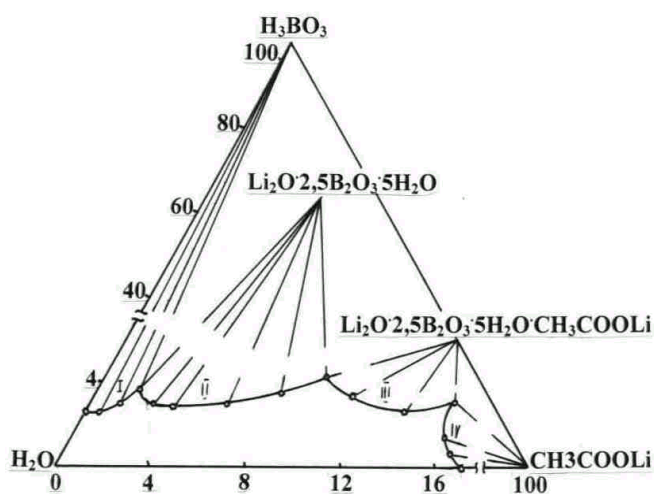


Рис.1 – Фазовая диаграмма системы  $LiCH_3COO$ - $H_3BO_3$ - $H_2O$  при 40°C

Как видно из приведенного рис.1 изотерма растворимости системы  $H_3BO_3$ - $LiCH_3COO$ - $H_2O$  при температуре 40°C состоит из четырех ветвей, отвечающих кристаллизации борной

кислоты, пентабората лития, химическому соединению пентабората лития и ацетата лития и чистого ацетата лития. Следовательно, при изученных температурах в качестве твердой фазы образуется борат лития состава  $\text{LiB}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

На фазовой диаграмме отчетливо обозначены области образования новой фазы в виде твердой соли  $\text{LiB}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Полученные данные подтверждены физико-химическим анализом ИК спектроскопии, а также рентгенограммой нового соединения  $\text{LiB}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Экспериментальные данные по изучению растворимости системы  $\text{H}_3\text{BO}_3\text{-NaCH}_3\text{COO-H}_2\text{O}$  при  $20^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$ ,  $40^\circ\text{C}$  также были графически оформлены в виде фазовых диаграмм и на рис.2 представлена фазовая диаграмма изученной систем при температуре  $40^\circ\text{C}$ .

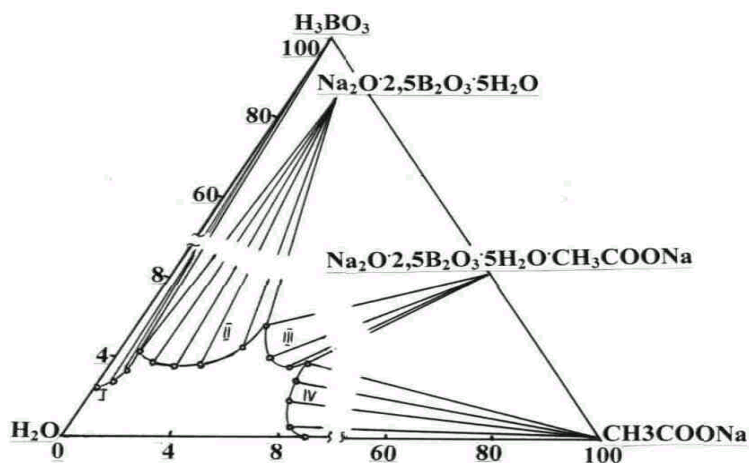


Рис.2 - Фазовая диаграмма системы –  $\text{NaCH}_3\text{COO-H}_3\text{BO}_3\text{-H}_2\text{O}$  при  $40^\circ\text{C}$

Как видно из приведенного рис.2 изотерма растворимости системы  $\text{H}_3\text{BO}_3\text{-NaCH}_3\text{COO-H}_2\text{O}$ , также как и в системе  $\text{LiCH}_3\text{COO-H}_3\text{BO}_3\text{-H}_2\text{O}$ , состоит из четырех ветвей, отвечающих кристаллизации борной кислоты, пентабората натрия, химическому соединению пентабората натрия и ацетата натрия и чистого ацетата натрия. Из данных фазовой диаграммы следует, что по мере добавления в водную фазу анализируемой системы ацетата натрия, растворимость пентабората натрия уменьшается, что способствует образованию в системе нового химического соединения  $\text{Na}_2\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O-NaCH}_3\text{COO}$ .

Ветвь кристаллизации химического соединения  $\text{Na}_2\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O-NaCH}_3\text{COO}$  относительно не большая и при дальнейшем добавлении ацетата натрия она плавно переходит в ветвь кристаллизации ацетата натрия. Экспериментально установлено, что в изучаемой системе  $\text{H}_3\text{BO}_3\text{-H}_2\text{O-NaCH}_3\text{COO}$  наблюдается образование: двух новых фаз - пентагидрата бора  $\text{Na}_2\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , а также химического соединения между борной кислотой и ацетатом натрия  $\text{Na}_2\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O-NaCH}_3\text{COO}$ . Для подтверждения полученных данных были проведены физико-химические исследования составов новых фаз, образованных в изученной системе  $\text{NaCH}_3\text{COO-H}_3\text{BO}_3\text{-H}_2\text{O}$ .

Анализ ИК-спектров показал, что в анализируемых спектрах поглощения имеются полосы поглощения – при  $1360\text{-}1460\text{ см}^{-1}$  характерное для валентных колебаний  $\text{V}_{(3)}\text{-O}$  и при  $1250\text{-}1360\text{ см}^{-1}$  характерных для трехкоординированного атомов бора  $\text{V}_{(3)}\text{-O-V}_{(3)}$ , полосы поглощения при  $1150\text{-}1250\text{ см}^{-1}$  следует отнести к четырехкоординированному бору  $\text{V}_{(4)}\text{-O-V}_{(4)}$ . Появляются новые полосы поглощения при  $960\text{-}1005\text{ см}^{-1}$ , характерные для валентного колебания связи  $\text{B-O}$  четырехкоординированного атома бора и полоса поглощения при  $1600\text{-}1625\text{ см}^{-1}$ , однозначное отнесение которой без дополнительных исследований затруднено. Кроме того, в ИК-спектре исследуемых соединений появляется интенсивная расщепленная полоса в области  $1775\text{-}1795\text{ см}^{-1}$  и две интенсивные полосы  $1330$  и  $1285\text{ см}^{-1}$ , относящие к валентным колебаниям  $\text{C=O}$  и, соответственно, к валентным колебаниям  $\text{C-O}$  карбоксильной группы, когда последняя связывается борной кислотой. Наблюдаются полосы симметричных и антисимметричных валентных колебаний  $\text{COO}$  групп. Анализ рентгенограмм также

полностью подтверждают данные полученные по ИК спектрам нового соединения  $\text{Na}_2\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Таким образом, проведено исследование растворимости и распределения компонентов в системах  $\text{LiCH}_3\text{COO}-\text{H}_3\text{BO}_3-\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_3\text{BO}_3-\text{CH}_3\text{COONa}-\text{H}_2\text{O}$ , при  $20^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$  и  $40^\circ\text{C}$ . Обе системы характеризуются наличием четырех ветвей, отвечающих кристаллизации борной кислоты, образованию двух новых фаз - пентаборату лития (натрия), химическому соединению пентабората лития (натрия) с соответствующими ацетатами и чистого ацетата лития (натрия). Полученные данные закономерности фазовых равновесий и взаимодействия компонентов в изученных системах позволяют выявить оптимальные условия (соотношения составов, используемых компонентов, время перемешивания, температура) для ускоренного синтеза боратов лития (натрия).

### Литература

1. Kalabayeva M.K., Ubaydulayeva N.A., Jakupova J.E., Tanasheva M.R. Makhatova R.S. Thermodynamic characteristics of borate systems // Int.ears sciences coll. On the Aegean Region, Izmir, Turkey. – Izmir, 2000. – P.221.
2. Убайдулаева Н.Ф., Калабаева М.К., Бейсембаева Л.К. Проблемы оптимизации технологических процессов получения бора из минерального сырья // Труды межд. науч. конф. «Молодые ученые – 10-летию независимости Казахстана». - Алматы, 2001. - Ч. IV. - С. 732-736.
3. Джакупова Ж.Е., Убайдулаева Н.А., Бейсембаева Л.К., Махатова Р.С. Термодинамические прогнозирование эффективного растворителя для разложения труднорастворимых боратов // Вестник КазНУ. Серия хим. – 2002. - № 3 (27). – С. 296-299.
4. Омаров Т.Т., Танашева М.Р. Бор қосылыстарының химиясы мен технологиясы. – Алматы: Қазақ университеті, 2002. - 40-62 бб.

### **$\text{H}_3\text{BO}_3$ -ЛИТИЙ (НАТРИЙ) АЦЕТАТЫ-СУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ КОМПОНЕНТТЕРДІҢ ӨЗАРА ӨРЕКЕТТЕСУІ ЖӘНЕ ФАЗАЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІГІНДЕГІ ЖАЛПЫ ЗАҢДЫЛЫҚТАР**

М.К. Калабаева, Л.К. Бейсембаева, М.Р. Танашева

$20^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$  және  $40^\circ\text{C}$  температураларында  $\text{LiCH}_3\text{COO}-\text{H}_3\text{BO}_3-\text{H}_2\text{O}$  және  $\text{H}_3\text{BO}_3-\text{CH}_3\text{COONa}-\text{H}_2\text{O}$  жүйелерін құраушы компоненттердің ерігіштігі мен таралуы зерттелген. Тәжірибелік мәліметтер зерттелген жүйеде екі жаңа фазалар, натрий және литий пентагидраттарының түзілетіндігін көрсетті. Алынған мәліметтерді дәлелдеу үшін жүйеде түзілген жаңа заттардың құрамына физико-химиялық зерттеу анализдері жүргізілді.

### **GENERAL REGULARITIES OF PHASE EQUILIBRIA AND INTERACTION OF SYSTEMS COMPONENTS – $\text{H}_3\text{BO}_3$ LITHIUM ACETATE (SODIUM SALT) – WATER**

M.K. Kalabaeva, L.K. Beysenbayeva, M. R. Tanasheva

Study on solubility and distribution components in systems  $\text{LiCH}_3\text{COO}-\text{H}_3\text{BO}_3-\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{H}_3\text{BO}_3-\text{CH}_3\text{COONa}-\text{H}_2\text{O}$ ,  $20^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$  and  $40^\circ\text{C}$ . Experimentally is established, that there is a system studied in education: two new phases-pentagidrata boron sodium and lithium. To validate the data obtained were held the physico-chemical studies trains new phases, educated in the studied system.