

**ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ
СЕСКВИКАРБОНАТА НАТРИЯ
В КАРБОНАТСОДЕРЖАЩИХ СИСТЕМАХ**

БГТУ, г. Минск

Научный руководитель: Ещенко Л.С.

Сесквикарбонат натрия – смешанная соль угольной кислоты формулой $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В настоящее время данное соединение находит применение в составах экологически безопасных безфосфатных моющих средств, в производстве косметических средств. Ввиду энерго- и трудоемкости процесса выделения $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ из минерала троны, интерес представляет получение сесквикарбоната натрия синтетическим путем. Известны способы получения, основанные на смешении порошкообразного карбоната натрия с водной суспензией гидрокарбоната натрия [1]. Недостатком данных способов является низкое содержание $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в продуктах синтеза. В то же время имеются литературные данные о получении сесквикарбоната натрия с содержанием 96,0–98,0 мас. % $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ политермической кристаллизацией из насыщенного раствора. Интерес также представляют способы получения, основанные на взаимодействии карбоната натрия с протонсодержащими реагентами, в частности, ортофосфорной кислотой. В данном случае могут быть получены сложные по составу продукты, содержащие дополнительно соединения, которые обладают антикоррозионными, поверхностно-активными, обезжиривающими и другими свойствами. В связи с этим целью работы явилось исследование условий кристаллизации $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в системах на основе карбоната, бикарбоната натрия и ортофосфорной кислоты.

Сесквикарбонат натрия получали насыщением при 100°C воды карбонатом и гидрокарбонатом натрия в присутствии NaCl

и политермической кристаллизацией продукта при охлаждении раствора до 35°C или путем смешения в высокоскоростном лабораторном блендере карбоната натрия с раствором H_3PO_4 . Фазовый состав определяли с помощью рентгенофазового анализа, химический состав – на основании материального баланса смешения исходных реагентов и с применением методов количественного анализа по стандартным методикам.

Показано, что медленное охлаждение насыщенного раствора, полученного в системе $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3 - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$, позволяет приблизить процесс кристаллизации сесквикарбоната натрия к равновесным условиям и, следовательно, обеспечить более высокий выход продукта. Согласно расчетам, выход сесквикарбоната натрия по NaHCO_3 составляет 54,7%. Установлено, что возврат маточного раствора на донасыщение и повторную кристаллизацию $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ позволяет сократить расход исходных реагентов и повысить выход продукта до 74,3%. Показано, что твердая фаза, полученная как в первом, так и во втором цикле кристаллизации содержит 97,0–98,0 мас. % сесквикарбоната натрия. Согласно электронно-микроскопическому анализу, сесквикарбонат натрия, полученный в системе $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3 - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$, представляет собой крупные кристаллы пластинчатой формы длиной до 2 мм.

Исследованы условия кристаллизации сесквикарбоната натрия в системе на основе Na_2CO_3 и протонсодержащего реагента, в частности, раствора H_3PO_4 . Показана роль протонсодержащего реагента в кристаллизации $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в системе $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ за счет гидролиза карбоната натрия и образования при этом NaHCO_3 , как исходных реагентов для насыщения жидкой фазы. Установлено, что стехиометрическое соотношение NaHCO_3 к Na_2CO_3 в насыщенной жидкой фазе достигается при наличии в исследуемой системе не менее 25–35 мас. % воды. Продукты взаимодействия ортофосфорной кислоты и карбоната натрия состоят из карбонат- и фосфатсодержащих фаз.

В зависимости от условий получения карбонатсодержащая фаза может быть представлена NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, фосфатсодержащая фаза – $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Отмечено, что массовое соотношение между указанными фазами определяется такими факторами, как молярное соотношение $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$. При молярных соотношениях $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5 \leq 10,0$ в продуктах синтеза рентгенографически идентифицируются $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Повышение молярного соотношения $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$ свыше 10,0 приводит к образованию сесквикарбоната натрия, массовая доля которого растет с увеличением содержания Na_2CO_3 в системе $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$. Установлено, что с увеличением молярного соотношения $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ от 2,0 до 4,0 происходит снижение содержания $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и увеличение массовой доли $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Method of producing non-phosphate detergents based on powdered sodium sesquicarbonate: EP 1690923 Ukraine, C 11 D 3/10, C 11 D 11/04 / О. Качур, W. Lemeshko; BRANDPAT Kancelaria Patentowa; заявл. 15.02.2005; опубл. 16.08.2006.

УДК 621

Терещук О.И., Гладкий В.Ю.

ЭФФЕКТ КАЗИМИРА

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Комаровская В.М.

Квантовая теория показала, что вакуум представляет собой чрезвычайно динамичную, непрерывно меняющуюся субстанцию, из виртуально рождающихся и тут же умирающих элементарных частиц [1]. Иначе говоря, вакуум с точки зрения квантовой теории не просто «ничто», а может рассматриваться как море так называемых нулевых колебаний, и, даже если в пространстве