

Студентка 5 к., 6 гр., факультета ХТиТ Лукомская Д.В.
Научный руководитель – Ещенко Л.С.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Моющие средства любого назначения практически всегда используются в жесткой воде. Жесткость воды обусловлена наличием ионов кальция, магния и железа, что снижает моющее действие СМС. Одним из эффективных смягчителей воды является тринатрийфосфат (ТНФ), обладающий также антикоррозионными и диспергирующими свойствами. Антикоррозионные свойства обусловлены образованием на поверхности металла фосфатной пленки, которая защищает обрабатываемую поверхность от коррозии. К тринатрийфосфату, как и к любому компоненту, входящему в состав СМС предъявляется ряд требований, таких как низкие гигроскопичность, слеживаемость, а также хорошая рассыпчатость [1]. Данные свойства во многом определяются количеством молекул воды, входящих в его состав. Наиболее распространенным кристаллогидратом тринатрийфосфата является $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, который используется в составе многих моющих средств. Поскольку на долю основного вещества ТНФ приходится 43,3 масс.%, то при его использовании в систему вносится большое количество воды, что отрицательно влияет на физические свойства (слеживаемость, гигроскопичность) производимого порошкообразного моющего средства. Для трехзамещенного фосфата натрия характерно существование следующих фаз: $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ [2]. Определяющими факторами образования той или иной фазы является температура и содержание воды в системе.

Целью работы является получение малогидратного тринатрийфосфата, используемого для производства моющих средств. Исходными реагентами служили ортофосфорная кислота (85,5 мас. %), раствор карбоната натрия (32,0 мас. %), гидроксида натрия (52,2 мас. %), жидкое стекло с модулем $M=2,9$ (состав, мас. %: $\text{SiO}_2 - 31,5$, $\text{Na}_2\text{O} - 11,2$). Использование жидкого стекла обусловлено следующими причинами: низкая стоимость и доступность исходного сырья; простая технология его производства; нетоксичность и абсолютная негорючесть. Водные растворы жидкого стекла отличаются широким диапазоном анионного состава и химической активностью. Известно применение жидкого стекла в составе синтетических моющих средств, которое способствует умягчению воды, повышению значения pH в моющем растворе. Введение жидкого стекла позволяет регулировать структуру формируемых дисперсных соединений [3].

Смешение указанных реагентов в системе $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaOH} - \text{жидкое стекло} - \text{H}_2\text{O}$ осуществляли в следующей последовательности: а) в ортофосфорную кислоту последовательно вводили раствор карбоната натрия, гидроксида натрия и жидкое стекло; б) к раствору ортофосфорной кислоты приливали жидкое стекло, раствор карбоната натрия и гидроксида натрия. В зависимости от порядка смешения компонентов и их соотношения образовывался твердый рассыпчатый порошок или твердая монолитная масса. Содержание P_2O_5 определяли фотометрическим методом по фосфорнованадиевому комплексу. Определение точки гигроскопичности, насыпной плотности продуктов отверждения осуществляли по известным методикам. нерастворимого остатка – по методике, приведенной в [ссылка на патент]. Идентификацию продуктов синтеза и определение их фазового состава проводили с помощью дифрактометра 08 Advance фирмы «Bruker» (Германия).

Показано, что в результате нейтрализации раствора кислоты натрийсодержащими реагентами с последующим охлаждением до комнатной температуры система $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaOH} - \text{H}_2\text{O}$ при содержании в ней 45,0 – 55,0 мас. % H_2O отвердевает. При этом конечный продукт представляет собой твердые монолитные образования, фазовый состав которых следующий – $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Отмечено наличие малоинтенсивных пиков, характерных для $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Согласно результатам химического анализа, твердая фаза содержит 15,4–19,5 мас. % P_2O_5 . Значения точки гигроскопичности и насыпной плотности находится на уровне 70,0–75,0 % и 0,8–0,9 г/см³, соответственно.

Установлено, что введение в систему жидкого стекла практически не оказывает влияния на фазовый состав продукта, но способствует изменению формы и размера его частиц. Показано, что добавление жидкого стекла к раствору ортофосфорной кислоты до смешения последней с растворами карбоната и гидроксида приводит к образованию рассыпчатого неслеживающегося порошка, в то время, как при добавлении жидкого в самом конце синтеза, образующийся продукт склонен к комкованию во времени. Значение точки гигроскопичности и насыпной плотности в зависимости от расхода жидкого стекла изменяется в интервале 80,0–85,0 % и 0,70–0,75 г/см³, соответственно. Содержание P_2O_5 не превышает 14,0–18,8 мас. %, а нерастворимого остатка – 4,0–5,0 мас. %. Дальнейшее увеличение содержания жидкого стекла нецелесообразно, поскольку содержание нерастворимого остатка в конечном продукте возрастает.

Процесс образования порошкообразных продуктов в системе фосфорная кислота – карбонат натрия – гидроксид натрия – жидкое стекло условно можно представить следующим образом. Сначала происходит

насыщение раствора фосфорной кислоты и тринатрийфосфатом и образование насыщенного и пересыщенного раствора, в результате чего появляются первые зародыши тринатрийфосфата, скорость роста которых определяется содержанием воды в системе [5].

На основании результатов экспериментальных исследований, разработан способ получения малогидратного тринатрийфосфата, обладающего низким насыпным весом и высокой гигроскопической точкой. Данный способ отличается от традиционно используемых в технологии ортофосфата натрия отсутствием стадий фильтрации и сушки конечного продукта.

Литература

1. Ещенко, Л.С. Оценка состояния производства синтетических моющих средств и их качества / Л.С. Ещенко, А.В. Лис, А.И. Сумич // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорганических веществ. – 2009. – Вып. XVII.
2. Ещенко, Л.С., Касилович, В.А. Синтетические моющие средства, их состав и получение // Наука и инновации. – 2007. – №2. – С. 47-50.
3. Тельнов, А.Ф. Моющие средства и их использование в машиностроении и регенерации : учебное пособие / А.Ф. Тельнов, Ю.С. Козлов, О.К. Кузнецов. – М.: Машиностроение, 1993. – 201 с.
4. Builider-Zusammensetzung: пат. DE 10056346 A 1 Германия, С 11 D 3/08 / Н. Bauer, J. Holz, G. Schimmel; заявитель Clariant GmbH; заявл. 14.11.00; опубл. 16.05.02.
5. Николаев, П.В. Основы химии и технологии производства синтетических моющих средств / П.В. Николаев, Н.А. Козлов, С.Н. Петрова. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. – 116 с.

УДК 541.18

Вискозиметрические исследования водных растворов, содержащих смесь полиэтиленгликоля и полиакриловой кислоты

Студент Тулейко Д.Н.

Научный руководитель – Крутько Э.Т., Воробьева Е.В.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Полиакриловая кислота (ПАК) и полиэтиленгликоль (ПЭГ) широко применяются как самостоятельные химические реагенты. ПАК получают полимеризацией эфиров акриловых кислот в массе, суспензии, эмульсии, растворе, ее используют в качестве диспергирующего агента, стабилизатора эмульсий и пен. ПЭГ производят полимеризацией оксиэтилена с этиленгликолем. Полиэтиленгликоль является основным компонентом антифризов, а также применяется при изготовлении флокулянтов, пен и эмульсий [1].

Задачей данной работы являлось исследование вязкости водных растворов, содержащих смесь полиакриловой кислоты и полиэтиленгликоля. Цель – изучение закономерностей поведения данных полимеров при совместном нахождении в растворе.

Ранее нами была изучена вязкость водных растворов полиакриловой кислоты и полиэтиленгликоля, установлена зависимость вязкости растворов данных полимеров от молекулярной массы. Согласно полученным результатам при увеличении молекулярной массы полимера вязкость растворов также увеличивается, что, по-видимому, связано с увеличением самих макромолекул и с воздействием, которое могут оказывать полимеры на воду [2]. Так как и полиэтиленгликоль и полиакриловая кислота значительно увеличивают вязкость композиций, в состав которых они входят, интересно было исследовать поведение смеси этих полимеров в растворе.

Вискозиметрические исследования водных растворов смеси полимеров, содержащих 1:1 в массовых частях ПЭГ и ПАК, проводили при температуре 18°C, используя капиллярный вискозиметр Уббелодде с диаметром капилляра 0,34 мм. Время истечения раствора измеряли с точностью до 1 с, раствор термостатировали с точностью до 0,5°C. Используя полученные данные, были посчитаны удельные вязкости растворов по следующей формуле:

$$\eta = \frac{t}{t_0}, \quad (1)$$

где η – удельная вязкость раствора, t – время истечения раствора, t_0 – время истечения растворителя, то есть воды.

По полученным данным были посчитаны удельные вязкости растворов, используя рассчитанные значения, построили графики зависимости удельной вязкости от концентрации смеси в растворе (рисунок 1).