

УДК 502.6:661.185

СПОСОБ ИЗМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПАВ

Шевченко Т.В., Новикова Я.А., Санников Ю.Н., Бердова К.А.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)» Кемерово, e-mail: ecolog.novikova@mail.ru

Цель работы – оценка величины изменения поверхностного натяжения растворов неионогенных поверхностно-активных веществ (ПАВ). Изучены поверхностно-активные свойства растворов неионогенных ПАВ в воде, обработанных микроволнами (МВ). Представлены результаты лабораторных экспериментов по изменению поверхностного натяжения у растворов, обработанных МВ. Доказана возможность изменения физико-химических свойств различных водных растворов ПАВ, обработанных микроволнами в бытовой микроволновой печи «Samsung» с частотой 2,45 ГГц. Выбраны основные параметры нетеплового режима обработки растворов с малым энергетическим воздействием. Установлено снижение поверхностного натяжения у растворов, обработанных МВ. С помощью проведенных адсорбционных испытаний доказано повышение поверхностной и адсорбционной активности ПАВ на биологически активированном угле из растворов с предварительной микроволновой обработкой. Представлено научное объяснение и обоснование изученных явлений. Проведенные лабораторные исследования могут быть положены в основу инноваций в промышленных технологиях различных отраслей.

Ключевые слова: неионогенные ПАВ, микроволны, поверхностное натяжение, адсорбционная активность

METHOD OF CHANGING THE SURFACE TENSION OF AQUEOUS SURFACTANT SOLUTIONS

Shevchenko T.V., Novikova Y.A., Sannikov Y.N., Berdova K.A.

Kemerovo technological institute of food industry (University), Kemerovo, e-mail: ecolog.novikova@mail.ru

The main purpose of research is assessment magnitude of change surface tension of solutions nonionic surface-active substances (surfactants). The properties of surfactant solutions of nonionic surfactants in water, treated with microwaves (MW) were studied. The results of the laboratory experiments on the change of surface tension of solutions treated with MV. We have proved that the changes in physico-chemical properties of aqueous solutions of surfactants, are processed with microwave, in a microwave oven «Samsung», frequency of 2,45 GHz. Selected main characteristic of non-thermal mode of processing solutions with small energy effects. A reduction in the surface tension of the solutions treated with MV were found. Using adsorption tests proven to increase surface and adsorption activity of surfactants on the biologically activated carbon from solutions with a pre-treatment. A scientific explanation of the studied phenomena were presented. The conducted research can be the basis of innovation in industrial technology in various industries.

Keywords: nonionic surfactants, microwave, surface tension, adsorption activity

Вода является основным технологическим производственным сырьевым компонентом и необходимым веществом для поддержания жизни растений, животных и человека на Земле. Благодаря своему особому строению за счет сети водородных связей она обладает рядом особых известных физико-химических свойств [1]. Однако требования к воде, используемой в различных отраслях промышленности и в конкретных производствах, существенно различаются. Поэтому на большинстве промышленных объектов в настоящее время ведутся интенсивные исследования по изучению свойств воды, обработанных различными внешними физическими факторами (электрический ток, вакуумирование, электромагнитное поле и др.) [2].

Проведены исследования по изучению влияния механических воздействий на дис-

тиллированную воду, в которых в качестве основного параметра выбран показатель рН, т.к. по этому показателю можно оценить объемную плотность положительного заряда. Для этого партию дистиллированной воды интенсивно перемешивали на магнитной мешалке при угловой скорости 1400 об/мин в течение разного времени, чтобы получить активированную воду. Активированная вода – такая вода, у которой структурная сетка водородных связей разруляется, молекулы воды обретают дополнительные степени свободы. При этом кроме изменения рН установлено изменение электропроводности и окислительно-восстановительного потенциала [3].

Особое внимание уделяется воздействию на воду и водные системы микроволн (МВ) в нетепловом режиме, т.е. без ее нагрева [4]. Для создания инновацион-

ных промышленных технологий необходимы работы по поиску доступных приемов управления физико-химическими и химическими свойствами воды.

Целью представленной работы являлась оценка величины изменения поверхностного натяжения растворов неионогенных ПАВ, приготовленных на воде, предварительно обработанной микроволнами с частотой 2,45 ГГц в бытовой микроволновой печи «Samsung». Такая частота является резонансной частотой для молекул воды, которые интенсивно поглощают энергию микроволн.

Вода при воздействии микроволн меняет свои свойства – наблюдается ее структурирование (активирование). При этом происходит образование дополнительных количеств перекиси водорода из растворенного кислорода и молекул активированной воды. Удельное количество энергии, передаваемое воде с помощью бытовой микроволновой печи, рассчитывалось исходя из ее максимальной мощности (700 Вт/ч) и составляло 0,39 Вт/50 мл воды. Связь О–О в молекуле перекиси водорода непрочная, поэтому соединение H_2O_2 неустойчиво и легко разлагается и диссоциирует с выделением активных анионов $(O_2)^{2-}$, которые далее могут легко окислять различные органические компоненты [4].

В качестве ПАВ взята смесь неионогенных ПАВ, состоящая из простых эфиров на основе пропиленгликоля (дипропиленгликоль – 60%, трипропиленгликоль – 20%, полипропиленгликоли – остальное), которая является кубовыми остатками ректификации производства пропиленгликоля.

Для испытаний использованы растворы двух видов:

1 – растворы ПАВ на дистиллированной воде без обработки МВ;

2 – растворы используемых ПАВ, приготовленные на воде, предварительно обработанной МВ.

Содержание поверхностно-активных веществ в серии исследуемых растворов

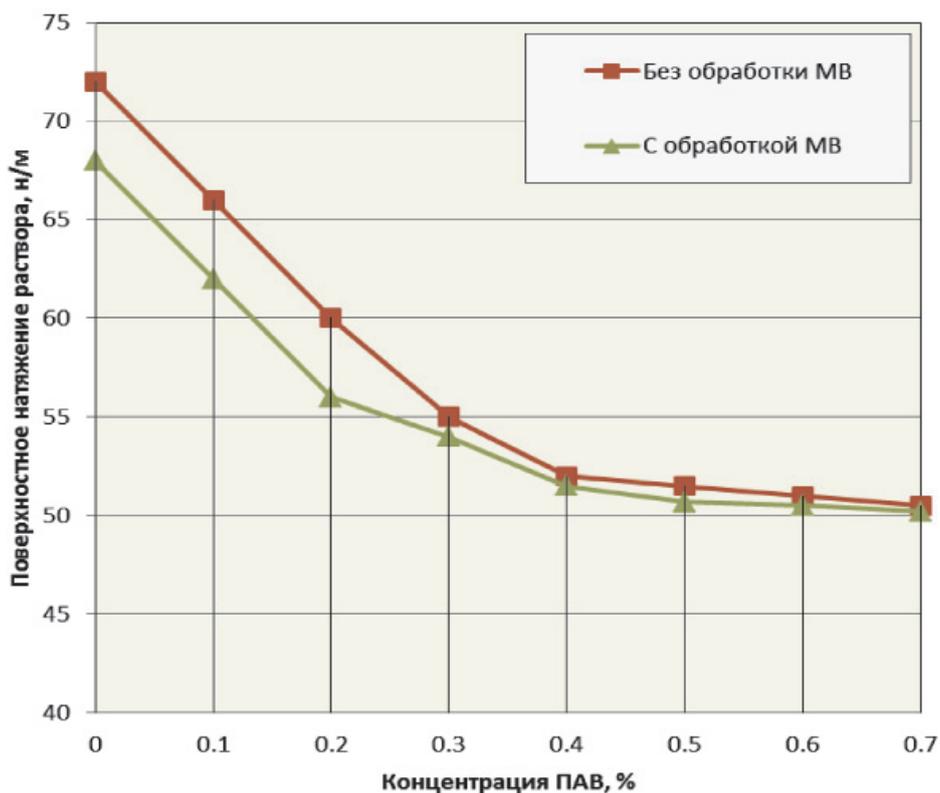
изменялось в пределах 0,1–0,7%, чтобы проследить наиболее точный диапазон изменения поверхностного натяжения водных растворов без обработки МВ и с обработкой МВ в динамике. Поверхностное натяжение исследуемых водных растворов определялось по известной методике с помощью стеклянного капиллярного вискозиметра типа Убеллоде с диаметром капилляра 0,68 мм. Капиллярные вискозиметры (типа Убеллоде) позволяют определять кинематическую вязкость жидкости в диапазоне от 0,6 до 104 мм²/с при температуре не выше 100 °С. Измерение вязкости сводится к определению времени истечения через капилляр заданного диаметра определенного количества жидкости из измерительного резервуара [3].

Результаты экспериментов в виде изотермы поверхностного натяжения представлены графически на рисунке и в таблице.

Из рисунка следует, что изотермы поверхностного натяжения двух типов рассматриваемых растворов имеют разный геометрический вид: поверхностное натяжение растворов ПАВ на воде, обработанной микроволнами, заметно ниже, чем у подобных растворов на обычной воде без их предварительной обработки микроволновой энергией. Это можно объяснить изменением основной структуры воды в нетепловом режиме за счет образования сетки водородных связей с повышенной энергией водородных связей, за счет внешнего воздействия микроволн [5–6]. Образовавшаяся сеточная структура воды выталкивает молекулы ПАВ на поверхность жидкости, тем самым увеличивая избыточную адсорбцию на границе раздела фаз. Вещество, поверхностно-активное на одной границе раздела фаз, может быть неактивным на другой, и наоборот, что в свою очередь может использоваться для очистки сточных вод промышленных предприятий.

Результаты эксперимента по определению поверхностного натяжения раствора

Номер раствора	Концентрация ПАВ, %	Поверхностное натяжение раствора ($\sigma \cdot 10^{-3}$, Н/м)	
		Без обработки МВ	С обработкой МВ
0	0	72	68
1	0,1	66	62
2	0,2	60	56
3	0,3	55	54
4	0,4	52	51,5
5	0,5	51,5	50,7
6	0,6	51	50,5
7	0,7	50,5	50,2



Изотерма поверхностного натяжения водных растворов:
a – без МВ; *б* – с МВ

Имеются публикации по изучению и объяснению изменений физико-химических свойств водных растворов в присутствии органических и неорганических веществ [3].

При проведении процесса адсорбции ПАВ из их растворов на биологически активированном угле (БАУ) установлено, что степень адсорбции на нем была на 30–40% выше из растворов, обработанных МВ по сравнению с растворами без микроволновой обработки.

Такие особенности изменения свойств растворов ПАВ могут быть в перспективе использованы для интенсификации целевых промышленных технологических процессов, очистки промышленных стоков, а также, например, для увеличения конечной прочности (марки) затвердевшего материала, его плотности, морозостойкости, водонепроницаемости. Исследования в данном направлении будут продолжены.

Выводы

1. Изучены поверхностно-активные свойства растворов неионогенных ПАВ в воде, обработанных микроволнами.

2. Получена структурированная (активированная) вода с измененными свойствами.

3. Установлено снижение поверхностного натяжения у растворов, обработанных микроволнами.

4. С помощью адсорбционных испытаний доказано повышение поверхностной активности ПАВ из растворов с предварительной микроволновой обработкой.

5. Исследована возможность применения полученных растворов для получения типа брикетов, предназначенных для биологической рекультивации нарушенных земель, за счет снижения поверхностного натяжения растворов, добавляемых к связующим.

Список литературы

1. Патент РФ № 2182122 Устройство для активации жидкости «Аквадиск» / Извеков Л.Л., Извекова Е.В., Камынин Ю.А., Оpubл. 10.05 2002.
2. Патент РФ № 2151742 Способ получения активной воды или раствора / Есиев С.С., Агнаев В.Х. / Оpubл. 27.06. 2000.
3. Кириш Ю.Э., Калниньш К.К. Особенности ассоциации молекул воды в водно-солевых и водно-органических растворах // ЖПХ. – 1999. – № 8. – С. 1233–1245.

4. Мидуница Ю.С., Данилина Е.В., Попова Я.А. Изменение свойств воды под влиянием физических факторов // Пищевые инновации и биотехнологии: материалы Международной конференции. – Кемерово, 2014. – т. 1. – С. 135–136.

5. Рогов И.А., Шестаков С.Д. Нетепловое изменение термодинамического равновесия воды и водных растворов: заблуждения и реальность // Переработка сельхозсырья. – № 7. – С. 24–28.

6. Шестаков С.Д. Энергетическое состояние воды и ее связываемость с биополимерами пищевого сырья: новые возможности // Переработка сельхозсырья. – 2003. – № 4. – С. 35–37.

References

1. Patent R.F. no. 2182122 Ustroystvo dlja aktivatsii zhidkosti «Akvadisk» / Izvekov L.L., Izvekova E.V., Kamynin Ju.A., Opubl. 10.05 2002.

2. Patent R.F. no. 2151742 Sposob polucheniya aktivnoy vody ili rastvora / Esiev S.S., Agnaev V.Kh. / Opubl. 27.06. 2000.

3. Kirsh Ju.E. Kalninh K.K. Osobnosti assotsiatsii molekul vody v vodno-solevyh i vodno-organicheskikh rastvorakh // ZhPH. 1999. no. 8. pp. 1233–1245.

4. Midunitsa Ju.S., Danilina E.V., Popova Ja.A. /Izmenenie svoystv vody pod vlijaniem fizicheskikh faktorov // Pischevye innovatsii i biotehnologii: materialy Mezhdunarodnoy konferencii. Kemerovo, 2014. t. 1. pp. 135–136.

5. Rogov I.A., Shestakov S.D. Neteplovoe izmenenie termodinamicheskogo ravnovesija vody i vodnykh rastvorov: zabluzhdenija i realnost // Pererabotka selhozsyrya, no. 7. pp. 24–28.

6. Shestakov S.D. Energeticheskoe sostojanie vody i ee svjazyvaemost s biopolimerami pischevogo syrja: novye vozmozhnosti // Pererabotka selhozsyrya no. 4, 2003. pp. 35–37.

Рецензенты:

Кучер Н.А., д.т.н., профессор кафедры «Математика», ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово;

Ульрих Е.В., д.т.н., профессор кафедры «Обогащение полезных ископаемых», ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет», г. Кемерово.