

Родамина С в объеме жидкого кристалла по сравнению с микроэмульсией, что связано с различной вязкостью систем.

Полученные данные позволяют предложить микроэмульсии на основе лецитина для медицины и косметики, предназначенные для быстрого высвобождения лекарственных веществ.

### Литература

1. Мурашова Н.М., Юртов Е.В. Лецитиновые органогели как перспективные функциональные наноматериалы // Российские нанотехнологии, 2015. Т.10. №7-8. С. 5-14
2. Malmsten M. Microemulsions in Pharmaceuticals // Handbook of Microemulsion Science and Technology. Ed. Kumar P., Mittal K.L. - Marcel Dekker Inc., 1999. P. 755-771
3. Shinoda K., Araki M., Sadaghiani A., Khan A., Lindman B., Lecithin – Based Microemulsions: Phase Behavior and Microstructure // Journal of Physical Chemistry. – 1991. – V. 95. – P. 989-993.
4. Мурашова Н.М., Трофимова Е.С., Юртов Е.В. Композиция на основе лецитина // Патент России № 2620250. 2017. Бюл. № 15.
5. Мурашова Н.М., Костюченко М.Ю., Бизюкова А.Н., Юртов Е.В. Жидкокристаллическая композиция для трансдермальной доставки биологически активных веществ // Патент России № 2623210. 2017. Бюл. № 18.

### **МИКРОЭМУЛЬСИИ БИС-(2-ЭТИЛГЕКСИЛ)СУЛЬФОСУКЦИНАТА НАТРИЯ ДЛЯ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ И ХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ Тюлягин П.Е., Субчева Е.Н., Полякова А.С., Мурашова Н.М.**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия  
sos687www@gmail.com

Микроэмульсии представляют собой термодинамически устойчивые изотропные дисперсии масла и воды, стабилизированные поверхностно-активным веществом. Характерный размер капель микроэмульсий составляет от нескольких нанометров до десятков нанометров. Благодаря присутствию водной и органической фаз, микроэмульсии являются «универсальными растворителями», способными солюбилизировать гидрофильные и гидрофобные вещества. Одним из наиболее часто используемых поверхностно-активных веществ, образующих обратные микроэмульсии, является бис-(2-этилгексил)сульфосукцинат натрия (АОТ). Микроэмульсии на основе АОТ широко применяют в качестве матрицы для синтеза наночастиц [1].

Микроэмульсии могут применяться для экстракционного извлечения и разделения веществ [2]. Было предложено использовать микроэмульсии, образуемые структурным аналогом АОТ – ди-(2-этилгексил)фосфатом натрия (Д2ЭГФNa), для выщелачивания металлов из техногенного сырья [3] и химического полирования поверхности металлов [4]. Целью данной работы является изучение возможности применения в таких процессах микроэмульсий АОТ, содержащих кислоту.

**Химическое полирование.** Химическое полирование представляет собой процесс сглаживания шероховатостей на поверхности металлов путём их обработки раствором кислот с определенной концентрацией, часто в присутствии ингибиторов травления [5]. Был исследован процесс химического полирования поверхности алюминия обратными микроэмульсиями состава АОТ – керосин – вода, содержащими в водной фазе травящий агент – уксусную или соляную кислоту. Микроэмульсия содержала 1,22

моль/л АОТ и 13,2 моль/л воды. Концентрации кислот изменяли от 0,026 моль/л до 0,1 моль/л для HCl и от 0,026 моль/л до 3,85 моль/л CH<sub>3</sub>COOH. Размер капель микроэмульсии, определённый методом динамического светорассеяния на приборе Zetasizer Nano ZS (Malvern, Великобритания), составлял 4-14 нм в зависимости от концентрации кислоты. Химическое полирование осуществляли по следующей методике: образец алюминиевой фольги погружали в подвешенном состоянии в микроэмульсию. Процесс проводили в закрытом сосуде в течение 2 часов при температуре 65 °С и постоянном перемешивании с частотой 1000 об/мин. Затем образец последовательно промывали гексаном, этиловым спиртом и водой для удаления ПАВ, адсорбированного на поверхности. Полученные образцы анализировали методом атомно-силовой спектроскопии на атомно-силовом микроскопе Ntegra Prima (NT-MDT, Россия, Зеленоград). Использовался кантилевер кремниевый с золотым покрытием HA\_NC Etalon (NT-MDT, Россия). Режим работы - полуконтактный. Среднюю шероховатость (Average Roughness, S<sub>a</sub>) рассчитывали с помощью программного обеспечения прибора АСМ согласно стандарту ISO 4287/1.

Было исследовано влияние природы и концентрации кислоты, включённой в состав микроэмульсии, на процесс химического полирования поверхности алюминия. Средняя шероховатость необработанной поверхности алюминия составила 13 нм. Значения средней шероховатости поверхности алюминия после обработки приведены в таблице 1. Можно отметить, что существенное снижение шероховатости поверхности алюминия происходит при обработке микроэмульсией, содержащей 0,1 моль/л CH<sub>3</sub>COOH. Обработка поверхности алюминия микроэмульсией, содержащей HCl, либо CH<sub>3</sub>COOH с концентрацией 3,85 моль/л приводит к повышению шероховатости.

Таблица 1. Средняя шероховатость поверхности алюминиевой фольги после травления микроэмульсией АОТ – керосин – вода, содержащей различные кислоты

Кислота	Концентрация кислоты в микроэмульсии, моль/л	Средняя шероховатость, нм
Уксусная (CH <sub>3</sub> COOH)	0,026	13
	0,1	8
	3,85	39
Соляная (HCl)	0,026	29
	0,1	63

**Выщелачивание.** Был исследован процесс выщелачивания меди из твердых частиц оксида меди микроэмульсией АОТ – керосин – вода, содержащей экстрагент – смесь трибутилфосфата (ТБФ) и уксусной кислоты. Микроэмульсия, использованная для выщелачивания, содержала 1,24 моль/л АОТ; 0,145 моль/л ТБФ; 0,07 моль/л CH<sub>3</sub>COOH и 12,4 моль/л воды. Соотношение массы твердой фазы и объема микроэмульсии соответствовало 1:50. Выщелачивание проводили в течение 5 часов при температуре 80 °С, при механическом перемешивании с частотой 1000 об/мин и ультразвуковым воздействием.

Установлено, что извлечение меди в микроэмульсию АОТ, содержащую экстрагент ТБФ + CH<sub>3</sub>COOH, происходит в течение 1 часа, при этом концентрация меди в микроэмульсии достигает 14 ммоль/л. Дальнейшее проведение процесса не изменяет концентрацию меди в микроэмульсии. В ходе выщелачивания микроэмульсия остается стабильной, в отличие от микроэмульсии АОТ, содержащей экстрагенты трибутилфосфат и ди-(2-этилгексил)фосфорную кислоту (Д2ЭГФК), расслаивание которой наблюдалось через три часа после начала выщелачивания. Следует отметить, что степень извлечения меди микроэмульсией в системе АОТ – ТБФ – CH<sub>3</sub>COOH –

керосин – вода составила 5,6 %, что существенно ниже, чем при извлечении меди из вторичного техногенного сырья микроэмульсией Д2ЭГФNa, содержащей Д2ЭГФК [2].

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что микроэмульсия на основе АОТ может быть использована для химического полирования поверхности металлов. Для выщелачивания более подходящей системой является микроэмульсия на основе другого поверхностно-активного вещества Д2ЭГФNa.

### Литература

1. Fanun M. Microemulsions: properties and applications. Boca Raton. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009. 553 p.
2. Мурашова Н., Полякова А., Юртов Е. Анализ динамики научных публикаций в областях, связанных с нанотехнологией и экстракцией // Наноиндустрия. 2017. №3(73). с. 46-54.
3. Юртов Е.В., Мурашова Н.М. Выщелачивание металлов экстрагент-содержащими микроэмульсиями // Химическая технология. 2010. № 8. с. 479-483.
4. Левчишин С.Ю., Краснова О.Г., Субчева Е.Н., Мурашова Н.М., Юртов Е.В. Изменение шероховатости поверхности никеля под действием микроэмульсии ди-(2-этилгексил)фосфата натрия, содержащей соляную кислоту/ Сб. научных трудов "Успехи в химии и химической технологии", 2014, Т. XXVIII. № 6, с. 58-60.
5. Грилихес С. Я. Электрохимическое и химическое полирование: теория и практика. Влияние на свойства металлов. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. 232 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ В МОНОКРИСТАЛЛАХ РЕЛАКСОРНОГО СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКА НИОБАТА БАРИЯ-СТРОНЦИЯ

**Федоровых В.В.<sup>1</sup>, Шихова В.А.<sup>1</sup>, Гимадеева Л.В.<sup>1</sup>, Чезганов Д.С.<sup>1</sup>,  
Пелегов Д.В.<sup>1</sup>, Шур В.Я.<sup>1</sup>, Kholkin A.L.<sup>1,2</sup>, Ивлева Л.И.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Уральский Федеральный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Department of Physics & CICECO-Aveiro Institute of Materials, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

<sup>3</sup>Институт общей физики им. А.М. Прохорова, Российская академия наук, Москва, Россия  
Vyacheslav.Fedorov@mail.ru

Физика сегнетоэлектриков является одним из ведущих разделов физики твердого тела. Постоянно растущий интерес к сегнетоэлектрикам связан с большими возможностями их практического применения. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы находят широкое применение в радиотехнических конденсаторах и гидроакустике, в устройствах управления лазерным излучением и в генераторах оптических гармоник, в устройствах акустоэлектроники и оптической обработки информации [1].

Особое место среди сегнетоэлектриков занимают так называемые релаксорные сегнетоэлектрики, одним из ключевых свойств которых является наличие размытого фазового перехода. Данные материалы демонстрируют аномально сильную частотную зависимость диэлектрической проницаемости, и неоднородность химического состава на наноуровне. Одно из практических применений релаксорных сегнетоэлектриков основано на возможности их использования для преобразования частоты оптического излучения: генерации второй гармоники и оптического параметрического усиления в режиме фазового квазисинхронизма [2]. Для решения таких задач требуется создание кристаллов с определенной доменной структурой, что, в свою очередь, требует

Министерство образования и науки РФ  
Научный совет по химической технологии РАН  
Нанотехнологическое общество России  
Российский фонд фундаментальных исследований  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева  
Кафедра наноматериалов и нанотехнологии

## СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Международной конференции со школой и мастер-классами для молодых  
ученых

**«Химическая технология функциональных наноматериалов»**

РХТУ им. Д.И. Менделеева

30 ноября – 1 декабря 2017 года

Москва

2017

УДК 66.0  
ББК 35.115  
Х46

**Химическая технология функциональных наноматериалов//**  
Х46

Сборник материалов международной конференции со школой и мастер-классами для молодых ученых) / под ред. чл.-корр. РАН Е. В. Юртова

М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017 – 312 стр.  
ISBN 978-5-7237-1562-2

В сборнике представлены тезисы докладов участников Международной конференции со школой и мастер-классами для молодых ученых «Химическая технология функциональных наноматериалов».

Проведение конференции и издание сборника осуществлены при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Грант РФФИ 17-03-20563 Г)

УДК 66.0  
ББК 35.115

Научное издание

**«Химическая технология функциональных наноматериалов»  
Международная конференция со школой и мастер классами для молодых  
ученых**

Материалы представлены в авторской редакции

ISBN 978-5-7237-1562-2 © Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева, 2017