

УДК 661.185: 66.063.52

**АДСОРБЦИОННАЯ И ДИСПЕРГИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СМЕСЕЙ НЕИОННЫХ ПАВ**

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.69.489

**Буканова Е.Ф., Ревина Ю.В., Сохранева В.А.***Буканова Евгения Федоровна**канд. хим. наук, доц. кафедры коллоидной химии.**Российский технологический университет,**институт тонких химических технологий,**г. Москва, Россия,***АННОТАЦИЯ**

Изучена адсорбция индивидуальных неионных ПАВ с различной природой функциональных групп и их смесей на поверхности твердых и жидких частиц. В композициях алкилглюкозид – оксиэтилированный спирт – кокамидопропиламинооксид в соотношении 41,5:41,5:17 наблюдается синергетический эффект увеличения величины максимальной адсорбции, толщины адсорбционного слоя и уменьшения площади, занимаемой одной молекулой на поверхности. Плотная упаковка молекул смесей ПАВ в межфазном слое обеспечивает уменьшение размеров частиц суспензий и эмульсий и повышение их устойчивости в дисперсионной среде в процессе очистки поверхностей от загрязнений.

**ANNOTATION**

The adsorption of individual nonionic surfactants with different nature of functional groups and their mixtures on the surface of solid and liquid particles was studied. In the compositions of alkyl glucoside - ethoxylated alcohol - cocamidopropylamine oxide in a ratio of 41.5: 41.5: 17, a synergistic effect is observed of increasing the maximum adsorption, the thickness of the adsorption layer and decreasing the area occupied by one molecule on the surface. The tight packing of molecules of surfactant mixtures in the interfacial layer ensures a decrease in the particle size of suspensions and emulsions and an increase in their stability in a dispersion medium during the cleaning of surfaces from contaminants.

**Ключевые слова:** неионные ПАВ, смеси ПАВ, адсорбция, синергизм ПАВ, размер частиц, технический углерод, масляное загрязнение.

**Keywords:** nonionic surfactants, surfactant mixtures, adsorption, surfactant synergism, particle size, carbon black, oil pollution.

Во многих технологических процессах поверхностно-активные вещества применяются в виде смесей двух или нескольких компонентов. Важной особенностью таких смесей является усиление различных физико-химических свойств их растворов по сравнению со свойствами индивидуальных компонентов, т.е. синергизм взаимного влияния компонентов в смеси [1]. Использование сочетаний двух или нескольких ПАВ предоставляет возможность изменить или расширить качественные показатели различных смесей, в частности, широко применяющихся в качестве очищающих композиций [2].

В качестве основы жидких моющих средств применяют как смеси анионных и неионных ПАВ, так и смеси различных неионных ПАВ [3]. Изучение закономерностей процессов диспергирования и стабилизации пигментно-масляных загрязнений представляет научную основу для обоснованных рекомендаций по оптимальному составу жидких моющих средств, которые имеют ряд преимуществ перед широко распространенными порошкообразными СМС.

Цель работы заключалась в изучении адсорбции смесей 3-х неионных ПАВ с различной природой функциональных групп на твердых и масляных загрязнениях и в выяснении влияния состава смеси ПАВ на параметры адсорбционных слоев, размер частиц загрязнений и их стабильность в растворе.

В работе использованы НПАВ, характеристики которых дана ниже.

Алкил (C<sub>8</sub>-C<sub>16</sub>) глюкозид (торговое название – Plantacare 818UP). Молекулярная масса М ~ 390 г/моль. Формула: C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>O–C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O(OH)<sub>4</sub>

Кокамидопропиламинооксид – Оксипав АП33, (ОАО «НИИПАВ», Россия). Формула: C<sub>13</sub>H<sub>25</sub>–C(O)NH–(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>–N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>O<sup>–</sup>. Молекулярная масса – 316 г/моль. Содержание основного вещества – 33%.

Оксиэтилированный жирный спирт со степенью оксиэтилирования 7 – Синтанол АЛМ-7 (ООО «Завод Синтанолов» группы компаний Норкем, Россия). Молекулярная масса 602 г/моль. Общая формула: C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>O(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)<sub>m</sub>, где n=10÷13, a m=7.

Одной из важных стадий процесса удаления загрязнений с твердой поверхности является их диспергирование и стабилизация компонентами моющей композиции [2, 3]. Для расчета параметров адсорбционного слоя НПАВ и их смесей на поверхности пигментного и масляного загрязнения была изучена адсорбция ПАВ на границе водный раствор ПАВ – технический углерод и водный раствор ПАВ – толуол.

Поверхностное натяжение различных композиций измеряли с помощью цифрового тензиометра. По изотермам поверхностного натяжения рассчитаны параметры адсорбционного слоя растворов исследуемых композиций на различных границах раздела фаз [4, с. 35-67]. Результаты представлены в табл.1.

Величины максимальной адсорбции для смесей ПАВ выше по сравнению с индивидуальными ПАВ. В смешанных адсорбционных слоях увеличивается площадь, занимаемая молекулой ПАВ и толщина адсорбционного слоя. Образование плотных

адсорбционных слоев при использовании смесей ПАВ в очищающих композициях обеспечивает высокую эффективность удаления технического углерода с поверхности стандартно загрязненной хлопчатобумажных тканей ЕМРА 118 и ЕМРА 106 [5].

Таблица 1

**Адсорбционные характеристики индивидуальных ПАВ и их смесей на различных границах раздела фаз**

Состав смеси (мольные %)	$\Gamma_{\max} \cdot 10^6, \frac{\text{моль}}{\text{м}^2}$	$S_{\text{мол}} \cdot 10^{19}, \text{м}^2$	$\delta \cdot 10^9, \text{м}$
<b>Адсорбция на границе водный раствор - толуол</b>			
Plantacare 818UP(100 %)	4,43	3,7	1,73
Синтанол АЛМ -7(100 %)	1,26	13,1	0,4
Plantacare 818UP + Оксипав АП33+ Синтанол АЛМ-7 (66 :17:17)	8,3	2,0	3,4
Plantacare 818UP + Оксипав + Синтанол АЛМ-7 (41,5:41,5:17)	5,9	2,8	4,3
<b>Адсорбция на границе водный раствор - технический углерод</b>			
Plantacare 818UP(100 %)	0,5	30	0,33
Синтанол АЛМ -7(100 %)	0,57	29	0,34
Plantacare 818UP + Оксипав АП33+ Синтанол АЛМ-7 (66 :17:17)	0,82	20	0,50
Plantacare 818UP + Оксипав + Синтанол АЛМ-7 (41,5:41,5:17)	0,69	22	0,42

Методом световой микроскопии были измерены размеры частиц технического углерода, модифицированных ПАВ (рис.1, табл. 2) и

рассчитана степень полидисперсности суспензий по формуле:  $\Pi = d_{\max} / d_{\min}$ .

Таблица 2

**Влияние концентрации раствора смеси ПАВ (Plantacare - Синтанол – Оксипав 66 :17:17 ) на размер частиц технического углерода**

№	C, моль/м <sup>3</sup>	d <sub>н</sub> , мкм	d min, мкм	d max, мкм	Π
1	1,1	5,2	3,1	6,0	1,15
2	0,505	2,2	1,7	7,0	3,18
3	0,0315	3,2	1,8	4,8	1,5
4	0,0019	2,2	1,5	3,7	1,68

Из приведенных данных следует, что при снижении концентрации ПАВ в растворе размер частиц суспензии уменьшается, т.к. при низких концентрациях ПАВ образуется смешанный монослой, обеспечивающий гидрофилизацию поверхности гидрофобного загрязнения. При увеличении концентрации ПАВ образуются полислои ПАВ, имеющие обратную ориентацию молекул, приводящие к гидрофобизации частиц и увеличению их размера[6, с. 349-377].

Минимальный размер частиц пигмента, равный 3,0 мкм, наблюдается для смеси Plantacare 818UP – Синтанол АЛМ-7 – Оксипав АП33 в соотношении 41,5:41,5:17, что, как было рассмотрено выше, обусловлено образованием смешанных адсорбционных слоев, в которых величина  $S_0$  меньше по сравнению с индивидуальными ПАВ.

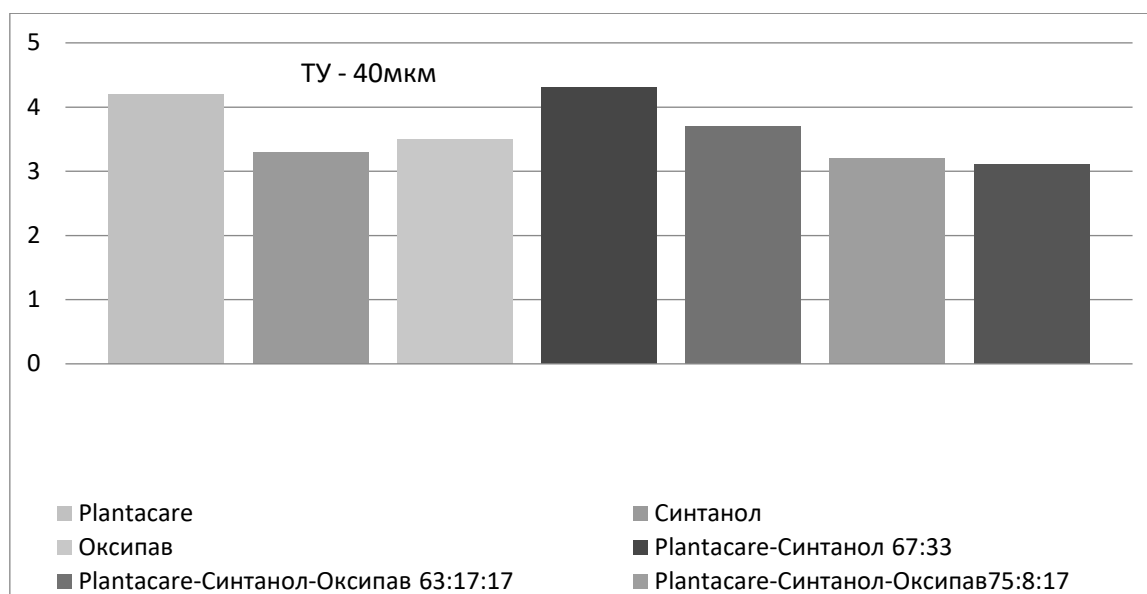


Рис. 1. Диаметр наиболее вероятной фракции суспензий частиц технического углерода в растворах индивидуальных НПАВ и их смесей.

Масляные загрязнения, удаленные с твердой поверхности, находятся в моющем растворе либо в виде эмульсий типа масло – вода, либо солюбилизируются мицеллами ПАВ [2, с.97-103]. Определена устойчивость модельных эмульсий

толуол – вода, толуол + оливковое масло – вода, толуол + ланолин – вода, стабилизированных индивидуальными ПАВ и их смесями. Соотношение объемов «масляной» фазы и водного раствора ПАВ составляло 20:80 (табл.3).

Таблица 3

**Устойчивость и размеры частиц модельных эмульсий, стабилизированных индивидуальными НПАВ и их смесями**

Название	% устойчивой эмульсии	Радиус частиц, нм
Plantacare + толуол	60,0	306,0
Синтанол + толуол	65,0	258,0
Plantacare 818UP + Оксипав + Синтанол АЛМ-7 (41,5:41,5:17) + толуол	70,0	218,0
Plantacare 818UP + толуол + ланолин	97,0	51
Синтанол + толуол + ланолин	98,0	66
Plantacare 818UP + Оксипав + Синтанол АЛМ-7 (41,5:41,5:17) + толуол + ланолин	100,0	69
Plantacare 818UP + толуол+оливковое масло	98,0	53
Синтанол АЛМ7+толуол +оливковое масло	97,0	62
Plantacare 818UP + Оксипав + Синтанол АЛМ-7 (41,5:41,5:17)+толуол + оливковое масло	100,0	34

Стабилизация эмульсий смесями НПАВ происходит за счет стерического фактора устойчивости. При перекрытии полярных оболочек НПАВ в системе появляется область с повышенной концентрацией гидрофильных цепей и возникает градиент осмотического давления, ведущий к осмотическому переносу в эту область молекул дисперсионной среды и разъединению частиц масляных загрязнений [7]. При исследовании влияния реальных масляных загрязнений (оливковое масло и ланолин) установлено, что в системе образуется белоголубые миниемульсии, диаметр которых лежит в диапазоне  $400 \text{ нм} > d > 100 \text{ нм}$ . Диспергирующее и стабилизирующее действие ПАВ в присутствии масел возрастает, что повышает эффективность моющего действия.

#### Выводы

1. Изучена адсорбция индивидуальных НПАВ и их смесей на различных границах раздела фаз. Рассчитаны параметры монослоев на поверхности пигментно – масляных загрязнений.

2. Определены размеры частиц суспензий технического углерода и модельных эмульсий толуол – вода и эмульсий, содержащих оливковое масло и ланолин, стабилизированные НПАВ.

3. Показано, что при использовании смесей ПАВ образуются более плотные адсорбционные слои, обеспечивающие высокую степень диспергирования и стабилизации пигментных загрязнений с поверхности стандартно загрязненной хлопчатобумажных тканей ЕМРА 118 и ЕМРА 106.

**Список литературы**

1. Rosen M.J. Surfactants and Interfacial Phenomena, 3rd Edn. : New York: John Wiley, 2004. 457 pp.
2. Smulders E. Laundry Detergents / E. Smulders - Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA Henkel, 2002, 395p.
3. Watson R.A. Laundry detergent formulations. In: Handbook of Detergents, Part D: Formulation/ Ed. by M. Showell. Boca Raton: CRC Press/Taylor and Francis Group, 2006, 51p.
4. Практикум по коллоидной химии. Под ред. В.Г.Куличихина. М.: Инфра - М, 2012, 287 с.
5. Буканова Е.Ф., Филиппенков В.М., Ревина Ю.В.// Смеси неионных ПАВ для получения чистящих композиций. Тонкие химические технологии. 2017, №3, с.21 – 27.
6. Холмберг К., Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах (пер. с англ.) / К. Холмберг, Б. Йенсон Б, Б. Кронберг, Б. Линдман, М.: Бином/Лаб. знаний, 2007 - 528 с.
7. Alexander J. Babchin, Laurier L. Schramm // Osmotic repulsion force due to adsorbed surfactants / Colloids and Surfaces, 2012, № 91, 137–143.

УДК:546.541.123.386.24.665

---

**ХАРАКТЕР ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КВАЗИ ТРОЙНОЙ СИСТЕМЕ  $Sb_2Te_3$ -НОТЕ-ТЕ**


---

**Садыгов Фуад Микаил***Бакинский государственный университет, д.х.н., профессор  
кафедры «Общей и неорганической химии, Баку***Ильяслы Теймур Маммад***Бакинский государственный университет,  
заведующий кафедрой «Общей и неорганической химии, Баку***Мамедова Нармин Шахин***Бакинский государственный университет,  
диссертант кафедрой «Общей и неорганической химии, Баку***АННОТАЦИЯ**

С целью выяснения характера химического взаимодействия между компонентами Ho, Sb и Te, изучена квазитройная система  $Sb_2Te_3$ -HoTe-Te по разрезам  $Sb_2Te_3$ -HoTe,  $Sb_2Te_3$ -  $Ho_2Te_3$ ,  $e_3$ -Te.

Исследование проводили методами дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА) и микроструктурного (МСА) анализов, измерением микротвердости и электрофизических свойств. На основании результатов, полученных из вышеуказанных методов исследования построены диаграммы состояния систем  $Ho_2Te_3$ ,  $Sb_2Te_3$ -HoTe и  $e_3$ -Te.

Разрез  $Sb_2Te_3$ -  $Ho_2Te_3$  квазибинарный и при молекулярном соотношении исходных компонентов 1:1 образуется тройное соединение  $HoSbTe_3$  с перитектическим равновесием. Разрез  $Sb_2Te_3$ -HoTe квазибинарный относится к эвтектическому типу, 60 мол % HoTe при 850 К, компоненты образуют эвтектику; область гомогенности со стороны  $Sb_2Te_3$  составляет 10 мол % HoTe. Область гомогенности на основе HoTe практически не обнаружена

**ABSTRACT**

In order to elucidate the nature of the chemical interaction between the Ho, Sb, and Te components, the  $Sb_2Te_3$ -HoTe-Te quasiternary system was studied from the  $Sb_2Te_3$ -HoTe,  $Sb_2Te_3$ - $Ho_2Te_3$ ,  $e_3$ -Te sections.

The study was carried out by methods of differential thermal (DTA), x-ray phase (XRD) and microstructural (MSA) analyzes, measuring microhardness and electrophysical properties. Based on the results obtained from the above research methods, state diagrams of the  $Ho_2Te_3$ ,  $Sb_2Te_3$ -HoTe, and  $e_3$ -Te systems are constructed.

The  $Sb_2Te_3$ - $Ho_2Te_3$  section is quasibinary and, with a molecular ratio of the starting components of 1: 1, the ternary compound  $HoSbTe_3$  with peritectic equilibrium is formed. The quasi-binary  $Sb_2Te_3$ -HoTe section is of the eutectic type, 60 mol% HoTe at 850 K, the components form a eutectic; the region of homogeneity on the part of  $Sb_2Te_3$  is 10 mol% HoTe. Almost no homogeneity region based on HoTe

**Ключевые слова:** система, разрез, кристаллизация, эвтектика, квазибинарный

**Keywords:** system, section, crystallization, eutectic, quasibinary

**Введение**

Для решения основной задачи современного материаловедения – создания материалов с техническими важными свойствами и эксплуатационными характеристиками и необходимости установления функциональных связей «состав-свойство», «состав-структура и свойство», позволяющих вести целенаправленный

поиск и синтез необходимых материалов с заранее заданными свойствами.

В последнее время большое внимание исследователей уделяется синтезу высокотемпературных полупроводниковых материалов с участием переходных металлов [1-4].

Среди них особое место занимают двойные и тройные халькогениды редкоземельных элементов, которые по физическим свойствам должны быть