Взаимосвязь коллоидно-химических свойств смесей неионных ПАВ с эффективностью удаления масляных загрязнений

Е.Ф. Буканова
Московский технологический университет,
институт тонких химических технологий,
пр. Вернадского, 86, 119571 Москва, Россия,
E-mail: bukanova.e@mail.ru

В.М. Филиппенков
Научно-исследовательский центр бытовой химии,
ул. Угрешская, 14, 115088 Москва, Россия,
E-mail: mifvm@mail.ru

Ю.В. Ревина
Московский технологический университет,
институт тонких химических технологий,
пр. Вернадского, 86, 119571 Москва, Россия.

В результате исследования мицеллообразования, пенообразующей способности и реологических свойств ПАВ с различной природой функциональных групп установлено, что композиции на их основе характеризуются высокой эффективностью удаления масляных загрязнений с поверхности ткани при значениях pH в интервале от 8,8 до 10,5.

Ключевые слова: неионные ПАВ, смеси ПАВ, адсорбция, критическая концентрация мицеллообразования, синергизм ПАВ, устойчивость пены, моющая способность.

Во многих технологических процессах используют смеси ПАВ различной природы, т.к. композиции ПАВ проявляют в водных растворах ряд необычных свойств, не характерных для индивидуальных веществ. В литературе широко представлены сведения о синергизме различных коллоидно-химических характеристик смесей неионных и ионных ПАВ, которые используются в синтетических моющих средствах, при стабилизации эмульсий и т.д. [1, с. 124-142]. Расширение ассортимента СМС и увеличение доли жидких моющих средств, которые должны быть достаточно концентрированными, иметь высокое содержание ПАВ и не расслаиваться, требует изучения свойств смесей ПАВ как различной, так и одинаковой природы [2].

Целью работы являлось:

изучение коллоидно-химических свойств бинарных и тройных смесей неионных ПАВ, отличающихся природой функциональных групп, и характеристик жидких моющих композиций на их основе.

Экспериментальная часть

В работе были использованы НПАВ, характеристики которых дана ниже.

1.Алкил (C_8-C_{16}) глюкозид (торговое название — Plantacare 818UP). Молекулярная масса M ~ 390 г/моль. Формула: $C_nH_{2n+1}O—C_6H_7O(OH)_4$

2. Кокамидопропиламиноксид — Оксипав АП33, (ОАО «НИИПАВ», Россия). Формула: $C_{13}H_{25}—C(O)NH—(CH_2)_3—N^+(CH_3)_2O^-$.Молекулярная масса — 316 г/моль. Содержание основного вещества — 33%.

3. Оксиэтилированный жирный спирт со степенью оксиэтилирования 7 — Синтанол АЛМ-7 (ООО «Завод Синтанолов» группы компаний Норкем, Россия). Молекулярная масса 602 г/моль. Общая формула: $C_nH_{2n+1}O(C_2H_4O)_m$, где n=10÷ 13, а m=7.

4. Хлопчатобумажная ткань EMPA 118, содержащая масляное загрязнение, имитирующее кожное сало — sebum.

Моющее действие представляет собой комплексный неравновесный процесс с участием адсорбции, избирательного смачивания и диспергирования, в котором взамодействуют поверхность, загрязнитель и раствор моющей композиции.

Удаление масляного загрязнения с поверхности ткани EMPA 118 проводили в лабораторной стиральной машине Linitest при 60°С. Моющее действие определяли в соответствии с ГОСТ 22567.15-95 «Средства моющие синтетические. Метод определения моющей способности».

Поверхностное натяжение растворов ПАВ на границе водный раствор-воздух измеряли с помощью цифрового тензиометра K 9 (KrüssAG, Германия) по методу отрыва кольца. Погрешность измерения составляла менее 1 %.

По изотермам поверхностного натяжения водных растворов индивидуальных ПАВ и их смесей на границе водный раствор — воздух были рассчитаны параметры адсорбционных слоев ПАВ и величины ККМ (табл.1) [3, с.43-49, с.132-135]. Из представленных данных следует, что величина максимальной адсорбции ($Г_{max}$) для индивидуальных ПАВ, характеризующая концентрацию веществ в поверхностном слое, наибольшая у Синтанола АЛМ-7. Величины ККМ исследуемых ПАВ уменьшаются в ряду Оксипав АП33 → Plantacare 818UP→ Синтанол АЛМ –7.

Введение в композиции Оксипав АП33, имеющего в молекуле семиполярную связь N→O, позволяет создать композиции трех НПАВ, для которых при всех соотношении компонентов значение максимальной адсорбции на границе раздела фаз выше, чем для индивидуальных ПАВ.

Наибольшей величиной $Г_{мах}$ обладает смесь НПАВ, содержащая Plantacare 818UP — СинтанолАЛМ –7 — Оксипав АП33 в соотношении 66:17:17 вес.%. Площадь, занимаемая молекулой ПАВ в насыщенном адсорбционном слое (s_{mol}) для указанных соотношений компонентов, наименьшая, по сравнению с остальными смесями и индивидуальными ПАВ, что указывает на образование более плотных смешанных адсорбционных слоев. Значения ККМ тройных смесей ПАВ значительно ниже аналогичных величин индивидуальных веществ, т.е. в этом случае образуются мицеллы, в которые включаются молекулы всех поверхностно-активных компонентов, присутствующих в смеси.

Таблица 1

Адсорбционные характеристики индивидуальных НПАВ и их смесей на границе раствор-воздух.

№ смеси	Состав смеси (мольные %)			s_{min}, мДж/м^2	$Г_{max}\cdot10^{-6}$, моль/м^2	G, Дж·м/моль	$s_{mol}\cdot10^{-19}$, м^2/мол.	$\delta\cdot10^{-9}$, м	$C_{ККМ}$, моль/м^3
Plantacare 818UP — Синтанол АЛМ –7 — Оксипав АП33									
1	100	0	0	25,0	3,67	2,21	4,53	1,22	0,032
2	0	100	0	26,2	4,68	2,62	3,55	2,82	0,027
3	0	0	100	30,3	4,16	0,48	3,86	1,30	0,09
4	67	33	0	25,5	4,74	1,01	3,5	2,04	0,07

5	66	17	17	29,7	5,94	2,8	2,8	2,3	0,025
6	75	8	17	25,1	8,7	4,1	2,1	3,4	0,005
7	41,5	41,5	17	27,7	7,8	3,7	1,9	3,1	0,01

Разработаны три варианта оптимизированных жидких моющих композиций, содержащих смеси трех НПАВ в различных соотношениях, лимонную кислоту в качестве поглотителя солей жесткости, гидроксид калия для регулирования pH среды.

Изучены реологические свойства исследуемых композиций, т.к. жидкие СМС должны иметь достаточно высокую вязкость, которая для потребителя ассоциируется с более концентрированным составом и улучшенной моющей способностью по сравнению с традиционными порошкообразными средствами [4]. Реологические свойства жидких моющих композиций изучали на ротационном вискозиметре «Полимер РПЭ-1М» [4, с. 249-252]. Разработанные моющие средства являются жидкообразными структурированными системами. Предел текучести композиций составляет 2,3-2,5 Па. Наибольшей вязкостью 0,251 Па·с обладает жидкое моющее средство с pH 10,.

При разработке современных средств для стирки, используемых в автоматических стиральных машинах барабанного типа, следует контролировать пенообразующую способность. Пенообразующие характеристики моющих растворов НПАВ и их смесей в жесткой воде оценивали по методу Росса—Майлса. Мерой пенообразующей способности является объем пены сразу после ее образования, а мерой устойчивости — время жизни образовавшейся пены (рис. 1). Устойчивость и высота пенного столба наибольшая в системе ПАВ Plantacare 818UP — Синтанол АЛМ-7 при соотношении 75:25.

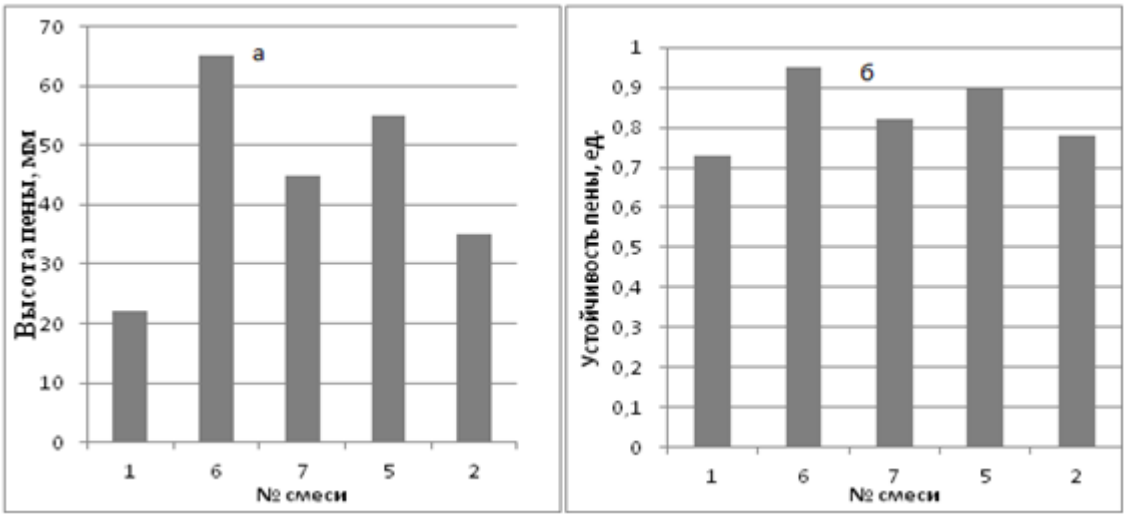

Рис. 1. Пенообразующая способность растворов бинарных смесей ПАВ: а) высота столба пены (H_5); б) устойчивость пены (H_5/H_0).

Рабочие растворы с различным составом ПАВ при pH 10,5 были протестированы на моющую способность по ГОСТ 22567.15-95 (рис. 2). Более высокое очищающее действие имеет раствор Синтанола АЛМ-7. Однако приготовить жидкие моющие средства из индивидуального раствора оксиэтилированного спирта не представляется возможным, т.к. данная композиция расслаивается.

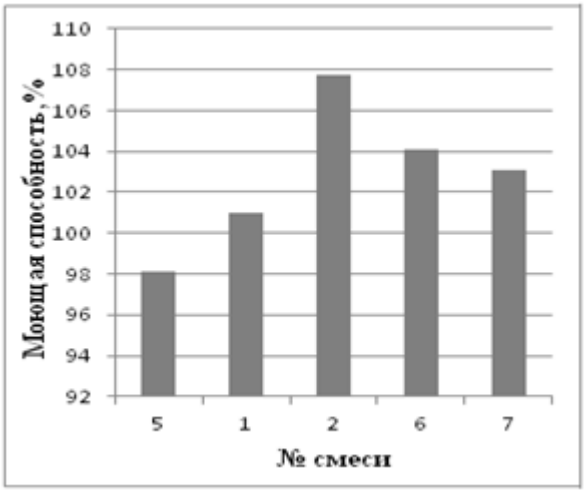

Рис. 2. Зависимость моющей способности композиций от соотношения НПАВ.

Выводы

1. Изучены коллоидно—химические свойства (поверхностная активность, ККМ, и др.) мицеллярных растворов индивидуальных НПАВ Plantacare 818UP — Синтанола АЛМ-7 — Оксипав АП33 и их смесей на границе водный раствор—воздух. Показано, что в смесях трех НПАВ наблюдается синергетический эффект снижения ККМ и повышения поверхностной активности, увеличения значений $Г_{max}$ в поверхностных слоях.

2. Изучены пенообразующие свойства жидких моющих средств на основе Plantacare818UP и Синтанола АЛМ — 7 и их смесей с Оксипав АП33 при различных соотношениях компонентов в диапазоне pH от 8,8 до 12,5.

3. Показано, что лучшим моющим действием обладает композиция, содержащая Plantacare 818UP и Синтанола АЛМ-7 — Оксипав АП33 в соотношении 4,5:0,5:1.

Список литературы

1. Холмберг К., Йенсон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно—активные вещества и полимеры в водных растворах / Пер. с англ. Ямпольской Г.П. М.: Бином/Лаб. знаний, 2007. 528 с.
2. Watson R.A. Laundry detergent formulations. In: Handbook of Detergents, Part D: Formulation/ Ed. by M. Showell. Boca Rathon: CRC Press/Taylor and Francis Group, 2006. P. 51-70.
3. Практикум по коллоидной химии. Под ред. В.Г.Куличихина. М.: Инфра — М, 2012. 283 с. 395р.
4. Smulders E. Laundry Detergents. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA Henkel, 2002.
5. Буканова Е.Ф., Базаров Б.Д., Плетнев М.Ю.// Влияние состава смесей ПАВ на удаление масляно-пигментных загрязнений. Химическая технология, 2013, Т.14, № 7, с. 461— 466.

Relationship colloid-chemical properties of mixtures of nonionic surfactants with efficiency removal of oil pollution

Bukanova E.F.[1], Filippenkov V.M.[2], Revina J.V.[1]

[1]Moscow Technological University, institute of fine chemical technologies, Moscow, Russia; e-mail: bukanova.e@mail.ru

[2]Science Investigative Center Household Chemistry, str. Ugreshskaya, 14, 115088 Moscow, Russia, e-mail: mifvm@mail.ru

Key words: adsorption, the critical micelle concentration, synergism surfactants, surfactant mixtures,

foam stability, emulsification pollution.

SUMMARY

As a result of research of micelle formatio, foaming capacity and rheological properties *of mixtures of nonionic surfactants with different nature of the functional groups, it has been found that their compositions are characterized by high efficiency removal of oil contaminants from the fabric surface at a pH ranging from 8.8 to 10.5.*