

где  $f_j(X)$  – функции, голоморфные в некоторой области голоморфности  $D$  пространства  $C^n$  комплексных переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

*Теорема. Если функции  $f_j(X)$ ,*

*$j = 0, 1, \dots, 2p - 1$  голоморфны в круговом цилиндре  $D: \{|x_1| < r_1, \dots, |x_n| < r_n\}$ , то для решения задачи Коши (1), (2) справедливо интегральное представление*

$$u(X, z) = \frac{1}{(2\pi i)^n} \int_{\Gamma} \sum_{k=1}^p C_{p-1}^{k-1} \{G_k(t_1 - x_1, \mathbf{K}, t_n - x_n, z) \cdot f_{2k-2}(t_1, \mathbf{K}, t_n) + H_k(t_1 - x_1, \mathbf{K}, t_n - x_n, z) f_{2k-1}(t_1, \mathbf{K}, t_n)\} \cdot dt_1 \mathbf{K} dt_n, \quad (3)$$

в котором

$$H_k = \frac{1}{\Gamma(p)} \sum_{m=0}^{\infty} (-1)^{m+k-p} \cdot \frac{(m+k-p)_{p-k} (m+1)_{k-1}}{\Gamma(2m+2k)} \times \times z^{2m+2k-1} \Delta^m \left( \frac{1}{(t_1 - x_1) \mathbf{K}(t_n - x_n)} \right) G_k = \frac{\partial H_k}{\partial z},$$

а интегрирование совершается по остову  $\Gamma$  границы цилиндра  $D$ .

### Химические науки

#### АДСОРБЦИЯ ЦЕТИЛПИРИДИНИЙ БРОМИДА НА ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛЯННЫХ МИКРОСФЕР

Баранова Н.В.

*Тверской государственной университет, Тверь*

Модифицирование поверхности наполнителя является одним из основных методов управления процессами структурообразования в коллоидных системах. При модифицировании должно осуществляться тонкое регулирование молекулярных свойств поверхности как гидрофильных, так и гидрофобных частиц, обуславливающее максимальное сближение их с полимерной средой. Модифицирование с помощью поверхностно-активных веществ (ПАВ) наиболее эффективно и легко осуществимо в технологическом отношении благодаря высокой эффективности действия малых добавок ПАВ и простоте модифицирования.

В настоящей работе проведена адсорбция катионного ПАВ на поверхности стеклянных полых микросфер (МСФ) с целью ее модификации. Объектом исследования были выбраны стеклянные МСФ со средним диаметром частиц 36-40 мкм, стеклянная поверхность которых гидрофильна. В качестве модификатора использовали катионный цетилпиридиний бромид (ЦПБ).

Адсорбцию оценивали по изменению концентрации ЦПБ в равновесном растворе интерферометрически. Из результатов исследований видно, что адсорбция ЦПБ на отрицательно заряженной поверхности МСФ (заряд обусловлен диссоциацией силанольных и гидроксильных групп в водном растворе) протекает в две стадии. В области низких концентраций адсорбироваться могут только ионы пиридиния за счет электростатических взаимодействий с отрицательными центрами поверхности; в этом случае вероятна горизонтальная ориентация молекул ПАВ, что обеспечивает довольно высокую гидрофобизацию даже при низких степенях заполнения поверхности. При увели-

чении концентрации ЦПБ наблюдается образование второго слоя. Центрами адсорбции в данном случае являются углеводородные радикалы молекул первого слоя. Вследствие гидрофобных взаимодействий между алкильными цепями ионов и молекул адсорбата полярные группы последних ориентируются в водную фазу, и поверхность становится гидрофильной.

Таким образом, использование ЦПБ для гидрофобизации поверхности стеклянных МСФ возможно лишь при концентрации ПАВ ниже критической концентрации мицеллообразования (ККМ =  $7,5 \cdot 10^{-3}$  моль/л).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 02-03-96004).

#### ВЛИЯНИЕ pH И ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Баранова Н.В.

*Тверской государственной университет, Тверь*

Четвертичные соли аммония (ЧАС) и их гетероциклические аналоги, обладающие комплексом технологических свойств, представляют собой перспективный класс катионных поверхностно-активных веществ (ПАВ). Эти соединения превосходят ПАВ других классов по своим антистатическим, антикоррозионным, антибактериальным свойствам, и отличаются способностью проявлять высокую адгезию к различным поверхностям.

В целях практического применения данного класса соединений в настоящей работе исследованы коллоидно-химические свойства цетилпиридиний бромид (ЦПБ), додецилпиридиний бромид (ДДПБ), цетилтриэтиламмоний бромид (ЦТЭАБ), цетилтриметиламмоний хлорида (ЦТМАХ), в водных растворах при pH = 3; 5,4; 9 и в присутствии добавок хлорида натрия.

Методом максимального давления в пузырьке воздуха получены изотермы поверхностного натяжения на границе водный раствор – воздух ( $\sigma$ ), из которых известным способом найдены значения поверхностной активности ( $G$ ), критической концентрации мицеллообразования (ККМ) и некоторые характеристики насыщенного адсорбционного слоя на границе раствор – воздух: предельная адсорбция ( $\Gamma_{\max}$ ) и площадь молекулы в насыщенном слое ( $S_0$ ).

Все соединения обладают высокой поверхностной активностью: ЦПБ снижает поверхностное натяжение воды до 36 н/м, ДДПБ до 42 н/м, ЦТЭАБ до 48 н/м, ЦТМАХ до 43 н/м. Присутствием в растворе нейтрального электролита NaCl не меняет форму изотерм поверхностного натяжения, но сами кривые идут круче и при достижении ККМ наблюдается понижение поверхностного натяжения (в случае ЦПБ  $\sigma$  уменьшается до 31 н/м). При этом происходит снижение ККМ. Видно, что с увеличением концентрации вводимого электролита повышается величина адсорбции и снижается площадь, приходящаяся на молекулу ПАВ. Повышение адсорбции ПАВ на границе раствор – воздух в присутствии солей связано с высаливающим действием ионов.

При изменении pH растворов ПАВ также происходит изменение их коллоидно-химических характеристик, за исключением значения ККМ, которое остается неизменным. С увеличением pH происходит повышение поверхностного натяжения растворов, которое связано с протеканием гидролиза. Вероятно, что продукты гидролиза, обладающая поверхностной активностью, участвуют в образовании смешанных мицелл. Для исследованных соединений наблюдается понижение величины предельной адсорбции с увеличением площади, занимаемой молекулой в насыщенном адсорбционном слое. Это связано с тем, что с ростом длины углеводородного радикала увеличивается свободная энергия ассоциации ПАВ и ассоциация ПАВ в поверхностном слое возрастает.

Таким образом, применение добавок электролитов и изменение pH раствора позволяет регулировать коллоидные свойства растворов ПАВ. Результаты, полученные в настоящей работе по коллоидно-химическим свойствам ЧАС и алкилпиридиний бромидов, подтверждают основные закономерности во взаимосвязи структура ПАВ – свойство.

**ВЛИЯНИЕ СМЕСЕЙ  
ПОВЕРХНОСТНО - АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА  
КОЛЛОИДНУЮ РАСТВОРИМОСТЬ  
ДИСПЕРСНОГО КРАСИТЕЛЯ**

Виссарионова О.Н., Ворончихина Л.И.  
*Тверской государственный университет,  
Тверь*

В последние годы интенсивно исследуются свойства водных растворов смесей поверхностно-

активных веществ (ПАВ) [1,2]. Это обусловлено, прежде всего тем, что однокомпонентные системы используются достаточно редко, кроме того водные растворы бинарных смесей ПАВ часто обладают более разнообразными физико-химическими, коллоидными и технологическими свойствами по сравнению с системами, образованными отдельными ПАВ. Такое неидеальное поведение системы представляет не только теоретический интерес, но и может быть широко использовано в практических целях.

В настоящей работе изучено влияние состава водных растворов смесей неионогенного (синтаמיד-5) и анионного (лаурилсульфат натрия) ПАВ в широкой области концентраций на коллоидную растворимость очищенного дисперсного красителя – прочно-жёлтого 2К (2,4-динитро-4-гидроксифениламин). Выбор ПАВ обусловлен тем, что технические формы дисперсных красителей содержат до 50% диспергатора, главным образом, анионные ПАВ. Кроме того, в процессе крашения в красильную ванну обычно вводят смачиватель - неионогенные ПАВ.

Общую концентрацию ПАВ меняли в пределах 1-4 г/л. Мольная доля анионного ПАВ в системе составляла 0,2; 0,4; 0,6; 0,8. Технический краситель предварительно очищали перекристаллизацией из ацетона. Степень чистоты красителя контролировали по точке плавления. Солубилизацию красителя проводили при 80°C. Количество солубилизованного красителя определяли спектрофотометрически на приборе «Spectol 210» после установления равновесия в системе. Все измерения проводили на длине волны 365 нм.

Результаты экспериментов показывают, что с увеличением доли лаурилсульфата натрия количество солубилизованного красителя уменьшается. Отклонение от аддитивности свидетельствует о сложных процессах, протекающих при смешении ПАВ вследствие образования смешанных мицелл. Уменьшение солубилизации красителя, по-видимому, объясняется уменьшением степени ассоциации и мицеллярной массы, образующихся смешанных мицелл при увеличении доли анионного ПАВ в смеси.

Таким образом, исследуемая бинарная система ПАВ проявляет по отношению к нитрофениламинному красителю антагонистический эффект.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 02-03-96004).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданова Ю.Г. и др.//Вестн. Моск. ун-та. 2000. сер. 2. Т. 41. В.3 С. 199-201.
2. Иванова Н.И. и др.//Коллоид. журн. 1996. Т.58. В.2. С.188-192.