

УДК 661.1.185.1

СИНТЕЗ СМЕШАННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

И.В. Соловьёва, С.А. Темникова

Тверской государственный университет
Кафедра органической химии

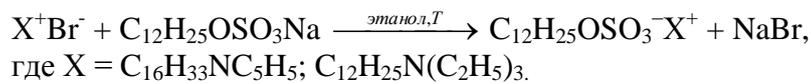
Получены смешанные поверхностно-активные вещества (ПАВ) по реакции между анионным ПАВ (додецилсульфат натрия) и катионными ПАВ (бромид гексадецилпиридиния, бромид додецилтриэтиламмония), изучены коллоидно-химические свойства их растворов и адсорбция на поверхности терморасширенного графита.

Ключевые слова: *поверхностно-активные вещества, терморасширенный графит, адсорбция.*

Разработка новых видов поверхностно-активных веществ, обладающих улучшенными свойствами и имеющих перспективу использования в новых областях промышленности, подробное исследование особенностей их строения, свойств и связи между ними – одно из перспективных направлений химической науки [1].

В данной работе был осуществлен синтез смешанных поверхностно-активных веществ по обменной реакции между анионным ПАВ (додецилсульфат натрия) и катионными ПАВ (бромид гексадецилпиридиния, бромид додецилтриэтиламмония), изучены коллоидно-химические свойства их растворов и адсорбция на поверхности терморасширенного графита.

Бромид додецилтриэтиламмония был предварительно синтезирован по реакции кватернизации триэтиламина додецилбромидом. Синтез смешанных ПАВ проводили в мольном соотношении 1:1 при постоянном перемешивании в течение 1 часа при температуре близкой к температуре кипения растворителя. Схема синтеза:



Полученные соли были выделены в виде бесцветных кристаллов. Очистку проводили методом перекристаллизации из этилового спирта. Строение полученных соединений подтверждено данными ИК-спектроскопии.

Поскольку ПАВ применяют в виде растворов и эмульсий, была исследована растворимость полученных соединений в воде и органических растворителях. Физико-химические характеристики исходных соединений и синтезированных солей приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Физико-химические характеристики исходных соединений
и синтезированных смешанных ПАВ

| Соединение | T _{пл.} , °C | Выход, % | Растворимость | |
|--|--------------------------|-------------|----------------------|------------------------------------|
| | | | вода | органические растворители |
| $C_{12}H_{25}OSO_3^-Na^+$ | 240- 243 | - | раство- ряется | этанол, хлороформ |
| $[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+Br^-$ | 197- 200 | 85 | раство- ряется | этанол, ацетон |
| $[C_{16}H_{33}NC_5H_5]^+Br^-$ | 66- 69 | - | раство- ряется | этанол, хлороформ |
| $[C_{16}H_{33}NC_5H_5]^+C_{12}H_{25}OSO_3^-$ (сПАВ 1) | 105- 106 | 54 | не раство- ряется | этанол, хлороформ, бутанол-1 |
| $[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+C_{12}H_{25}OSO_3^-$ (сПАВ 2) | 182- 184 | 61 | раство- ряется | ацетон |

Были изучены коллоидно-химические свойства растворов исходных и синтезированных соединений, рассчитаны размеры молекул двумя способами. Поверхностное натяжение растворов ПАВ было исследовано методом наибольшего давления образования пузырька воздуха на границе жидкость–газ с помощью прибора Ребиндера. Установлено, что синтезированные соли обладают поверхностной активностью: сПАВ 1 снижает поверхностное натяжение спирта с 22,8 до 21,5 мН/м, а сПАВ 2 снижает поверхностное натяжение воды с 72,44 до 30,6 мН/м.

Одним из наиболее типичных свойств многих поверхностно-активных веществ является их способность образовывать пену в растворах. Пены имеют большое техническое значение для многих интересных объектов изучения в области теоретической химии поверхностных явлений.

Пенообразующая способность водных растворов смешанных ПАВ была исследована путем измерения объема пены и её устойчивости. В результате проведения исследований было установлено, что наибольшей пенообразующей способностью обладает смешанное ПАВ 2 ($[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+C_{12}H_{25}OSO_3^-$) на основе додецилсульфата натрия и бромиды додецилтриэтиламмония.

Размеры молекул были рассчитаны двумя методами - экспериментальным (определение размеров молекул в мономолекулярном слое по известной методике) и методом компьютерного моделирования с помощью программы HyperChem. Полученные данные приведены в табл. 2. Разница в размерах молекул, полученных методом компьютерного моделирования и

экспериментальным методом может быть объяснена действием на молекулу ПАВ молекул растворителя.

Таблица 2

Размеры молекул исходных веществ и синтезированных солей

| Соединение | Размер молекул, нм | |
|---|----------------------------|-------------------------|
| | компьютерное моделирование | экспериментальный метод |
| $C_{12}H_{25}OSO_3^- Na^+$ | 2,0 | 1,8 |
| $[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+ Br^-$ | 2,1 | 2,2 |
| $[C_{16}H_{33}NC_5H_5]^+ Br^-$ | 2,4 | 2,8 |
| $[C_{16}H_{33}NC_5H_5]^+ C_{12}H_{25}OSO_3^-$ | 4,0 | 4,2 |
| $[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+ C_{12}H_{25}OSO_3^-$ | 3,7 | 3,8 |

Основные направления работ в области химии и технологии углеродных материалов в последние годы связаны с поиском новых видов сырья и созданием адсорбентов со специфическими адсорбционными физико-химическими свойствами. Таким новым видом углеродного сырья является терморасширенный графит (ТРГ), области применения которого могут быть самыми разнообразными. В данной работе была изучена адсорбция из водных растворов исходных ПАВ, синтезированного на их основе смешанного ПАВ 2 и смеси ПАВ (додецилсульфат натрия + бромид додецилтриэтиламмония) на поверхности ТРГ.

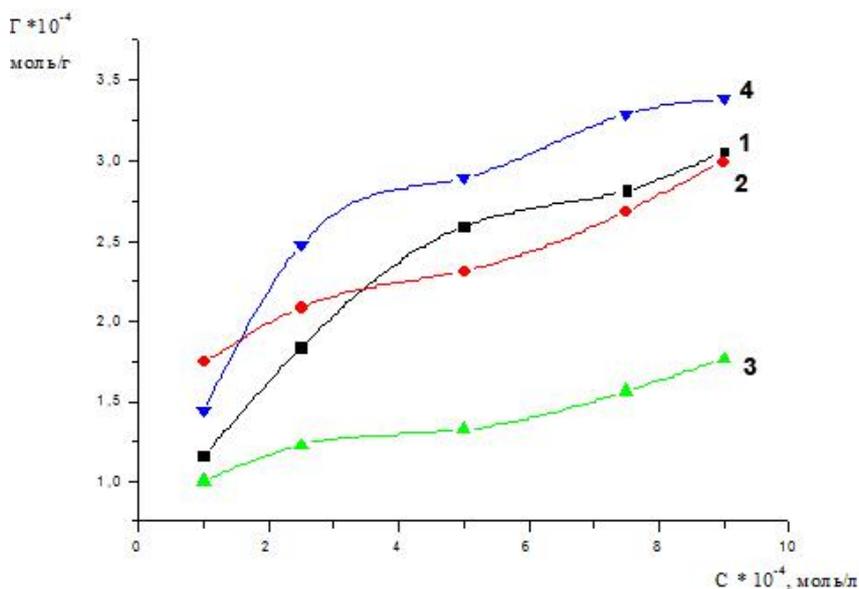
Частицы расширенного графита имеют вермикулярно-хлопьевидную форму и в зависимости от условий окисления, марки исходного графита и типа расщепления – различные физико-химические свойства (насыпную плотность, удельную поверхность и т.д.). Использовали расширенный графит, полученный по бихроматной методике, с удельной поверхностью $54,7 \text{ м}^2/\text{г}$ и насыпной плотностью 6 г/л , длина частиц 1–2 мм. ТРГ отмывали ацетоном и высушивали до постоянной массы.

Величину адсорбции поверхностно-активных веществ на поверхности ТРГ определяли интерферометрически по разности концентраций до и после адсорбции на приборе ЛИР-2.

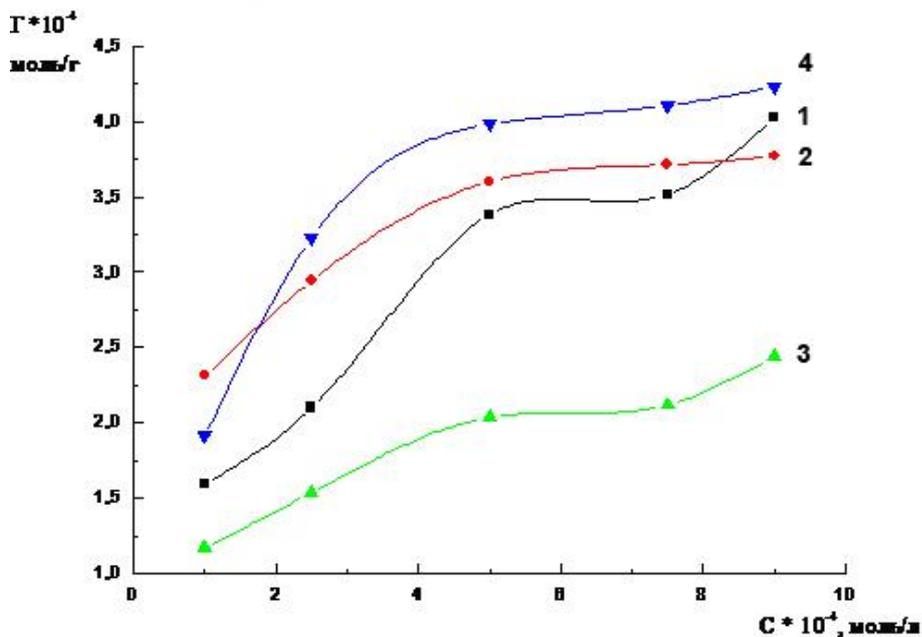
Изотермы адсорбции исходных ПАВ, синтезированного сПАВ 2 и смеси ПАВ в условиях механического перемешивания представлены на рис. 1.

Удельная поверхность ТРГ является небольшой по сравнению с удельными площадями поверхностей таких широко распространенных углеродистых адсорбентов, как активные угли, сажи и даже некоторые кристаллические графиты. Повысить удельную поверхность ТРГ

можно, применяя различные способы измельчения.



Р и с . 1 . Изотермы адсорбции исследованных ПАВ из водного раствора на ТРГ в условиях механического перемешивания: 1- $C_{12}H_{25}OSO_3^-Na^+$, 2- $[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+Br^-$, 3-сПАВ2 $[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+ C_{12}H_{25}OSO_3^-$, 4-смесь ПАВ $C_{12}H_{25}OSO_3Na + [C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+Br^-$



Р и с . 2 . Изотермы адсорбции исследованных ПАВ из водного раствора на ТРГ при наложении ультразвука: 1- $C_{12}H_{25}OSO_3^-Na^+$, 2- $[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+Br^-$, 3-сПАВ2 $[C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+ C_{12}H_{25}OSO_3^-$, 4-смесь ПАВ $C_{12}H_{25}OSO_3Na + [C_{12}H_{25}N(C_2H_5)_3]^+Br^-$

Для получения мелких (порядка мкм), приблизительно одинаковых по размерам частиц наиболее всего подходит метод ультразвукового дробления. Изотермы адсорбции исходных, синтезированных ПАВ и смеси ПАВ при наложении ультразвуковых колебаний представлены на рис. 2.

Как видно из представленных результатов изотермы адсорбции носят сходный характер, а в случае наложения ультразвука характер усложняется, наблюдается более выраженное плато и величина адсорбции значительно возрастает. Причиной является неоднородность и пористость поверхности расширенного графита. Такое возрастание величины адсорбции происходит из-за увеличения удельной поверхности графита.

Как видно из представленных результатов изотермы адсорбции носят сходный характер, а в случае наложения ультразвука характер усложняется, наблюдается более выраженное плато и величина адсорбции значительно возрастает. Причиной является неоднородность и пористость поверхности расширенного графита. Такое возрастание величины адсорбции происходит из-за увеличения удельной поверхности графита.

Список литературы

1. Ланге, К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. СПб.: Профессия, 2007. 239 с.

SYNTHESIS OF MIXED SURFACTANTS AND STUDYING THEIR PROPERTIES

I.V. Solov'ova, S.A. Temnikova

Synthesized mixed surfactants by the reaction between an anionic surfactant (sodium dodecylsulfate) and cationic surfactants (hexadecylpyridinium bromide, dodecyltriethylammonium bromide) studied the chemical properties of colloidal solutions and their adsorption on the surface of expanded graphite.

Keywords: *surface active substances, thermoextended graphite, adsorption.*

Сведения об авторах:

ТЕМНИКОВА Светлана Анатольевна – канд. хим. наук, доцент кафедры органической химии химико-технологического факультета ТвГУ, sato.mail@mail.ru.

СОЛОВЬЕВА И.В. - студентка химико-технологического факультета ТвГУ