

УДК 544.723.2

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СПИРТОВ НА АДСОРБЦИЮ СМЕСЕЙ ТВИН С ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТОМ НАТРИЯ НА ГРАНИЦЕ ЖИДКОСТЬ–ГАЗ

Е.А. Стрельцова, А.А. Мазурик, И.В. Попова

(Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, кафедра физической и коллоидной химии; e-mail: A.Grosul-11@yandex.ua)

Исследовано влияние добавок неэлектролитов (низкомолекулярных спиртов) на поверхностное натяжение индивидуальных и смешанных растворов неионогенного и анионного поверхностно-активных веществ на границе с воздухом, а также на закономерности их флотационного извлечения. Установлено, что добавки спиртов снижают поверхностное натяжение как индивидуальных, так и смешанных растворов поверхностно-активных веществ. Показано, что аддитивная модель Файнермана–Миллера может быть использована для предсказания равновесного поверхностного натяжения растворов смесей поверхностно-активных веществ со спиртами.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, флотация, Твин, додецилсульфат натрия, этиловый и изопропиловый спирты.

Для регулирования физико-химических свойств дисперсных систем наряду с основным поверхностно-активным веществом (ПАВ) часто используют сопутствующие, в качестве которых могут выступать как высокомолекулярные, так и низкомолекулярные ПАВ, например спирты, диолы, кислоты и другие [1, 2]. Добавление низкомолекулярных спиртов в водные растворы ПАВ приводит к изменению поверхностной активности компонентов смеси, что позволяет достичь усиления эффективности действия ПАВ и находит широкое применение при решении ряда практических задач [3]. Однако на сегодняшний день остается открытым вопрос о влиянии количества введенных спиртов на поверхностные свойства смесей ПАВ, что интересно как для развития коллоидной химии (из-за специфики свойств данных систем), так и с экологической точки зрения, так как подобные системы небезопасны для окружающей среды. В работах [4, 5] исследовано влияние низкомолекулярных спиртов на адсорбционные и реологические характеристики растворов ионогенных ПАВ на границе раздела фаз жидкость–газ.

Изучение процесса адсорбции ПАВ из индивидуальных и смешанных растворов, содержащих спирты, на границе с воздухом позволяет получить полезную информацию о природе указанного процесса и может быть использовано для прогнозирования эффективного извлечения ПАВ из раз-

бавленных водных растворов методами, лимитирующей стадией которых является адсорбция. К числу таких методов, в частности, относится флотация [6, 7].

Цель настоящей работы заключалась в изучении влияния добавок низкомолекулярных спиртов (этилового и изопропилового) на адсорбцию неионогенных ПАВ (НПАВ) (Твин) из индивидуальных и смешанных водных растворов с анионным ПАВ (АПАВ) (додецилсульфатом натрия (ДДСН)) на границе раздела жидкость–газ и установлении закономерностей флотационного извлечения ПАВ из разбавленных смешанных растворов различного состава. Для описания адсорбционного поведения смесей ПАВ–спирт использовали теоретическую аддитивную модель Файнермана–Миллера [8], которая позволяет рассчитывать поверхностное натяжение растворов смесей ПАВ по известному поверхностному натяжению растворов индивидуальных компонентов.

Объектами исследования служили: АПАВ – предварительно однократно перекристаллизованный ДДСН фирмы «Fluka» марки «ч.»; НПАВ – Твин-20 (оксиэтильный монолаурат сорбитана), Твин-40 (оксиэтильный монопальмитат сорбитана), Твин-60 (оксиэтильный моностеарат сорбитана), Твин-80 (оксиэтильный моноолеат сорбитана) фирмы «Acros Organics» марки «ч.д.а» и растворы низкомолекулярных спиртов – этилового и изопропилового марки «ч.д.а.»

Поверхностное натяжение индивидуальных и смешанных водных растворов Твин и ДДСН, содержащих добавки этилового и изопропилового спиртов, определяли при комнатной температуре по методу Вильгельми [9] с точностью $\pm 0,5$ мДж/м².

Концентрация (C) Твин и ДДСН составляла $1 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³ и поддерживалась постоянной в процессе всех экспериментальных исследований адсорбции смесей, а концентрацию спиртов варьировали в широком диапазоне (0,025–3,75 моль/дм³). Равновесные значения поверхностного натяжения для всех исследуемых систем устанавливали при температуре 293 К в течение 2,5 ч.

Флотационную обработку смешанных растворов Твин и ДДСН ($C_0 = 50$ мг/дм³) при добавлении либо этилового, либо изопропилового спирта ($C = 3,75$ моль/дм³) проводили на установке, подробно описанной в работе [10]. Мольная доля (n) Твин в смешанном растворе составляла 0,2; 0,5 и 0,8. Анализ растворов на остаточное содержание Твин и ДДСН после флотации определяли фотоколориметрически по методикам [11] и [12] соответственно.

Об эффективности процесса флотационного извлечения ПАВ судили по степени их извлечения (α) из раствора и степени перехода (β) раствора в пену:

$$\alpha = \frac{C_0 - C}{C_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$\beta = \frac{V_0 - V}{V_0} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где C_0 и C – концентрация ПАВ в растворе, а V_0 и V – объем раствора в колонке до и после флотации соответственно.

Для получения статистически достоверных результатов каждое измерение повторяли 5–6 раз. Погрешность измерения степени флотационного извлечения ПАВ (α) при коэффициенте надежности 0,95 не превышала 5%.

Проведенные исследования показали, что поверхностное натяжение водно-спиртовых растворов Твин с ДДСН зависит от концентрации и природы спирта, а также от длины углеводородного радикала в молекуле НПАВ. Экспериментальные зависимости поверхностного натяжения растворов Твин и ДДСН от концентрации этилового и изопропилового спиртов представлены на рис. 1.

Добавки этилового спирта в большей степени снижают поверхностное натяжение индивидуальных растворов Твин и ДДСН, и в меньшей – их смешанных растворов, что может быть обусловлено добавлением в растворы НПАВ менее поверх-

ностно-активного вещества – ДДСН. Значения равновесного поверхностного натяжения как индивидуальных, так и смешанных растворов Твин с ДДСН с увеличением концентрации этилового спирта уменьшаются на 4–12 мДж/м², а раствора ДДСН – на 15 мДж/м² при концентрации спирта 2,5 моль/дм³.

С увеличением концентрации изопропилового спирта значение поверхностного натяжения индивидуальных водно-спиртовых растворов ДДСН уменьшается на 38 мДж/м², Твин – на 8–11 мДж/м² и их смесей – на 12–15 мДж/м². Во всех случаях минимальное значение поверхностного натяжения наблюдается при концентрации изопропилового спирта 3,75 моль/дм³.

Результаты исследований, направленных на установление влияния природы и концентрации спирта на поверхностное натяжение индивидуальных и смешанных растворов исследуемых ПАВ представлены на рис. 2. Поверхностное натяжение водных растворов Твин и ДДСН снижается максимально при небольшой концентрации этилового спирта, а в случае использования изопропилового спирта, наоборот – наименьшее значение поверхностного натяжения водных растворов ПАВ достигается при наибольшей концентрации спирта.

В присутствии изопропилового спирта наблюдается более существенное, по сравнению с этиловым, уменьшение значений поверхностного натяжения как для индивидуальных растворов Твин, так и для их смешанных растворов с ДДСН. Так, поверхностное натяжение раствора Твин-60 в присутствии этилового спирта снижается на 4 мДж/м², изопропилового спирта – на 10 мДж/м² (рис. 2, а), а для смешанного раствора Твин-40 с ДДСН при добавлении этилового спирта поверхностное натяжение уменьшается на 6 мДж/м², изопропилового спирта – на 15 мДж/м² (рис. 2, б) при концентрации спирта 3,75 моль/дм³.

Поверхностное натяжение индивидуальных и смешанных растворов Твин с ДДСН в присутствии этилового и изопропилового спиртов изменяется в ряду: $\sigma(\text{Твин-20}) < \sigma(\text{Твин-40}) < \sigma(\text{Твин-60}) < \sigma(\text{Твин-80})$, т.е. зависит от строения молекулы НПАВ. Большей поверхностной активностью при совместном нахождении ПАВ и низкомолекулярных спиртов в растворе обладает Твин-20, имеющий самый короткий углеводородный радикал.

Для анализа влияния этилового и изопропилового спиртов на поверхностное натяжение индивидуальных и смешанных растворов Твин с ДДСН использовали теоретическую аддитивную модель

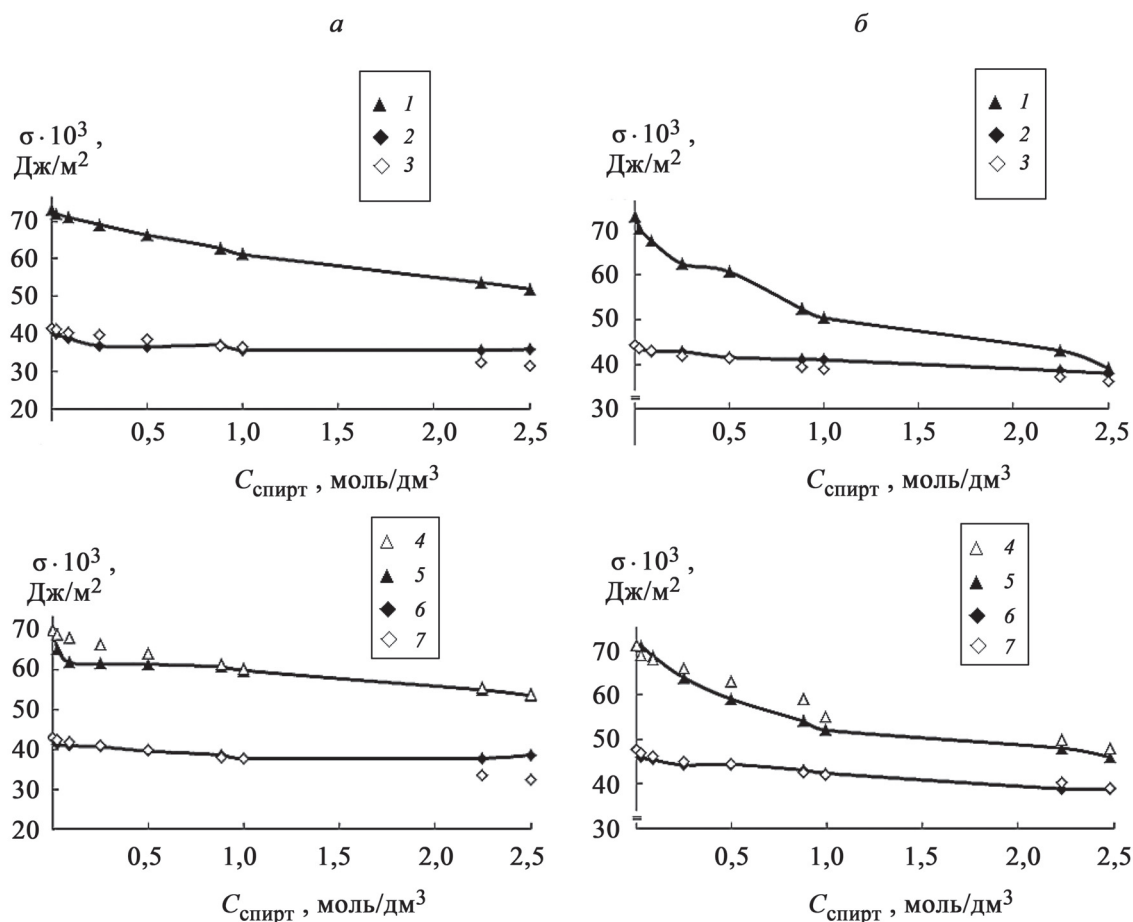


Рис. 1. Зависимость поверхностного натяжения (σ): *a* – индивидуальных растворов этилового спирта (1), Твин-20 (2, 3), ДДСН (4, 5) и смешанного раствора ДДСН с Твин-20 (6, 7) от концентрации этилового спирта; *б* – индивидуальных растворов изопропилового спирта (1), Твин-80 (2, 3), ДДСН (4, 5) и смешанного раствора ДДСН с Твин-80 (6, 7) от концентрации изопропилового спирта ($C_{\text{ПАВ}}^0 = 1 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³; Твин:ДДСН = 1:1; 1, 2, 5, 6 – экспериментальные данные; 3, 4, 7 – значения, рассчитанные согласно модели Файнермана–Миллера)

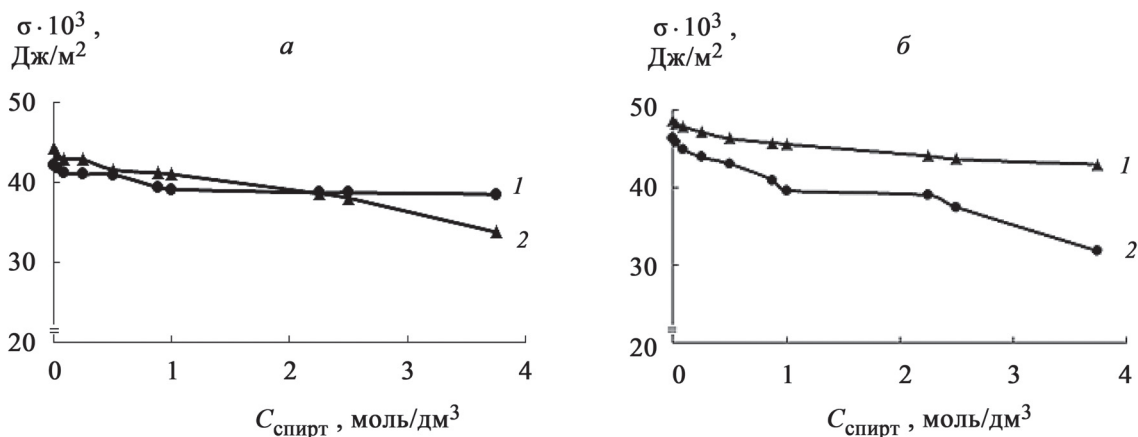


Рис. 2. Зависимость поверхностного натяжения (σ): *a* – индивидуального раствора Твин-60 с добавками этилового (1) и изопропилового (2) спиртов от концентрации спирта; *б* – смешанного раствора Твин-40 и ДДСН с добавками этилового (1) и изопропилового (2) спиртов ($C_{\text{ПАВ}}^0 = 1 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³)

Файнермана–Миллера [13, 14], которая для растворов смеси двух компонентов (ПАВ) имеет вид:

$$\exp \bar{\Pi} = \exp \bar{\Pi}_1 + \exp \bar{\Pi}_2 - 1, \quad (3)$$

где $\bar{\Pi}_1 = P\omega/RT$, $\bar{\Pi}_1 = P_1\omega_1/RT$ и $\bar{\Pi}_2 = P_2\omega_2/RT$ – безразмерное поверхностное давление растворов смеси и индивидуальных ПАВ 1 и 2 соответствен-

но; \bar{P} , P_1 , P_2 – поверхностное давление растворов смеси и индивидуальных ПАВ 1 и 2 при той же концентрации, что и в смеси; ω , ω_1 , ω_2 – молярные площади поверхности растворителя в смеси и в индивидуальных растворах ПАВ 1 и 2. Для смесей ПАВ с разными значениями молярной площади поверхности величина ω в уравнении (3) может быть приблизительно рассчитана по уравнению:

$$\omega = \frac{\omega_1 \bar{P}_1 + \omega_2 \bar{P}_2}{\bar{P}_1 + \bar{P}_2} = \omega_1 = \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{\bar{P}_1 + \bar{P}_2 \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)} \quad (4)$$

Расчет поверхностного натяжения индивидуальных и смешанных растворов Твин и ДДСН в присутствии спиртов с помощью аддитивной модели проводили следующим образом. Сначала по параметрам модели для индивидуальных растворов Твин, ДДСН и спиртов определяли молярную площадь поверхности по уравнению (4). Далее рассчитывали значения поверхностного натяже-

ния растворов ПАВ в присутствии спиртов, соответствующие модели по уравнению (3), из которых, наконец, получали величины поверхностного давления исследуемых растворов. Необходимо отметить, что при исследовании смеси, состоящей из трех веществ (Твин, ДДСН, спирт) за компонент 1 (ПАВ 1) принимали смесь Твин–ДДСН, за компонент 2 (ПАВ 2) – спирт, а последующие расчеты (ω , \bar{P} , σ) проводили так же, как и для двухкомпонентной системы ПАВ (Твин или ДДСН) – спирт.

На рис. 1 и в табл. 1, 2 приведены экспериментальные и рассчитанные согласно модели Файнермана–Миллера значения поверхностного натяжения водно-спиртовых растворов индивидуальных Твин и их смесей с ДДСН. Анализируя полученные значения поверхностного натяжения индивидуальных и смешанных водно-спиртовых растворов Твин и ДДСН можно сделать вывод, что в широкой области концентраций этилового и изопропилового спиртов наблюдается практически полное совпадение экспериментальных и расчи-

Т а б л и ц а 1

Значения поверхностного натяжения смешанных растворов Твин (Твин-40, Твин-60, Твин-80) с низкомолекулярными спиртами, полученные экспериментально и рассчитанные согласно модели Файнермана–Миллера

$C_{\text{спирт}}$ моль/дм ³	$\sigma_{\text{Твин-40}}$, мДж/м ²		$\sigma_{\text{Твин-60}}$, мДж/м ²		$\sigma_{\text{Твин-80}}$, мДж/м ²	
	эксперимент	расчет	эксперимент	расчет	эксперимент	расчет
Этиловый спирт						
0,025	41,4	41,1	41,9	41,7	47,4	49,5
0,088	41,1	40,7	41,2	41,2	45,8	48,9
0,250	40,9	39,8	41,1	40,4	45,3	47,7
0,500	40,3	38,6	40,9	39,2	44,7	46,2
0,880	39,6	36,9	39,4	37,4	43,8	44,2
1,000	39,3	36,6	39,1	37,1	41,2	43,8
2,250	33,9	32,4	38,7	32,8	41,1	38,8
2,500	33,9	31,5	38,7	31,9	41,1	38,1
3,750	35,5	28,9	38,5	29,4	41,1	35,3
Изопропиловый спирт						
0,025	41,7	42,4	43,5	43,6	43,4	43,6
0,088	41,5	41,8	42,9	42,9	42,9	42,9
0,250	40,9	40,6	42,8	41,7	41,7	41,8
0,500	40,7	40,2	41,6	41,2	41,6	41,3
0,880	39,9	38,3	41,1	39,4	40,1	39,4
1,000	39,7	37,9	40,9	39,8	39,3	38,9
2,250	38,2	36,2	38,6	37,2	38,2	37,3
2,500	37,7	35,1	37,9	36,3	37,3	36,5
3,750	34,1	34,2	33,8	35,2	33,9	35,3

Значения поверхностного натяжения смешанных растворов Твин (Твин-40, Твин-60, Твин-80) с ДДСН и низкомолекулярными спиртами, полученные экспериментально и рассчитанные согласно модели Файнермана–Миллера

$C_{\text{спирт}}, \text{ моль/дм}^3$	$\sigma_{\text{Твин-40-ДДСН}}, \text{ мДж/м}^2$		$\sigma_{\text{Твин-60-ДДСН}}, \text{ мДж/м}^2$		$\sigma_{\text{Твин-80-ДДСН}}, \text{ мДж/м}^2$	
	эксперимент	расчет	эксперимент	расчет	эксперимент	расчет
Этиловый спирт						
0,025	48,3	48,1	42,9	42,6	46,8	46,4
0,088	47,9	47,5	42,2	42,1	45,7	45,8
0,250	47,2	46,4	41,9	41,2	44,1	44,9
0,500	46,3	44,9	41,3	39,9	42,7	43,4
0,880	45,8	42,7	41,1	38,2	42,2	41,5
1,000	45,6	42,5	40,8	37,9	41,5	40,9
2,250	44,1	37,9	39,6	33,6	39,7	36,3
2,500	43,6	37,1	39,3	32,1	38,6	35,6
3,750	42,9	36,1	36,2	30,6	38,1	33,1
Изопропиловый спирт						
0,025	45,8	45,8	45,6	45,8	45,9	46,8
0,088	44,9	45,1	44,7	45,2	45,3	46,3
0,250	43,9	43,8	43,4	43,9	44,2	44,9
0,500	43,1	43,5	42,9	43,4	44,3	44,4
0,880	40,9	41,4	42,7	41,5	43,1	42,5
1,000	39,7	40,9	42,4	41,1	42,4	41,9
2,250	39,1	39,3	38,5	39,3	38,9	40,3
2,500	37,5	38,1	37,4	38,4	38,9	39,1
3,750	31,8	37,3	33,3	37,3	34,1	37,9

танных зависимостей $\sigma = f(C_{\text{спирт}})$ как для двухкомпонентных систем (ПАВ + спирт), так и для трехкомпонентных систем (ПАВ 1 + ПАВ 2 + спирт). Небольшое отклонение, проявляющееся в уменьшении или увеличении значений поверхностного натяжения растворов ПАВ наблюдается при концентрациях спирта 2,5 и 3,75 моль/дм³ (рис. 1, табл. 1, 2).

Опыты по флотационному извлечению ПАВ из смешанных водных растворов в присутствии низкомолекулярных спиртов показали, что эффективность процесса определяется природой ПАВ и спирта, составом раствора и условиями проведения флотации.

Проведенное формальное изучение кинетики флотационного извлечения Твинов и ДДСН из смешанных растворов в присутствии этилового и изопропилового спиртов (рис. 3) показало, что кинетика процесса описывается уравнением, анало-

гичным уравнению химической реакции первого порядка:

$$\lg(a - \alpha) = \lg a - \frac{K}{2,3}t, \quad (5)$$

где α – количество ПАВ (%), флотуемого за время t ; a – максимальное (при данных условиях опытов) количество ПАВ (%), переходящее в пену; K – константа скорости процесса.

Уравнение (5) позволяет графически определить величину константы скорости, которая является одной из характеристик флотационного извлечения ПАВ. Значения констант скорости флотации Твин-40 и ДДСН из смешанного водного раствора в присутствии этилового или изопропилового спиртов, достаточно велики и зависят как от природы ПАВ, так и от природы спирта (табл. 3).

Время, необходимое для максимального извлечения Твин-40 и время, необходимое для максимального извлечения Твин-40 и ДДСН из сме-

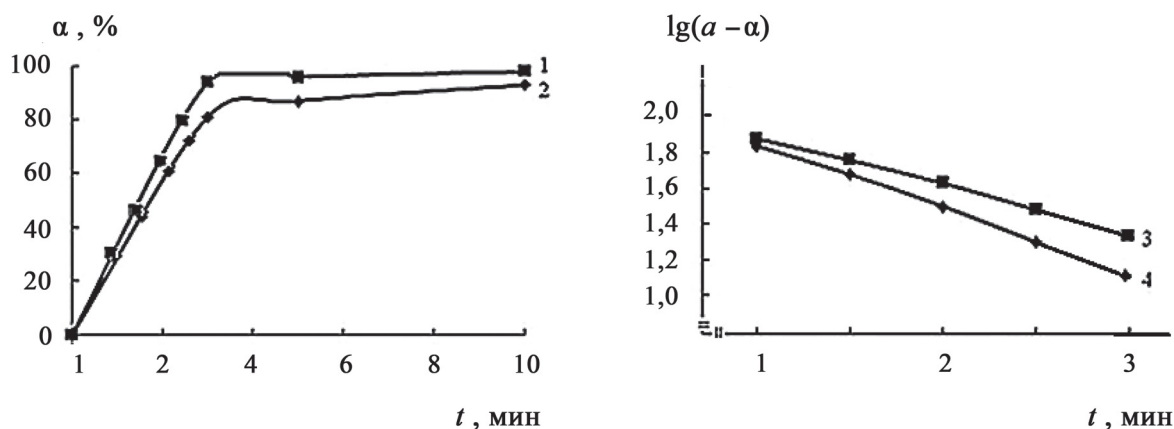


Рис. 3. Кинетика флотационного извлечения Твин-40 (1, 4) и ДДСН (2, 3) из смешанного водного раствора при добавлении этилового спирта ($C_{\text{спирт}}^0 = 3,75$ моль/дм³, Твин:ДДСН = 1:1)

шанного водно-спиртового раствора сокращается и составляет ~5 мин. Скорость флотации исследуемых ПАВ возрастает в присутствии этилового спирта в 1,5 раза, а изопропилового – в 2 раза при скорости подачи воздуха $5,3 \cdot 10^{-7}$ м³/с (табл. 3).

Результаты экспериментальных исследований, направленных на установление влияния добавок этилового и изопропилового спиртов на степень флотационного извлечения Твин-20, Твин-40, Твин-60, Твин-80 и ДДСН из их смешанных водных растворов, степень перехода раствора в пену, а также на поверхностное натяжение смесей, представлены на рис. 4, 5.

При добавлении этилового и изопропилового спиртов в смешанные водные растворы Твин и ДДСН степень их флотационного извлечения увеличивается на 5–10 и 10–20% соответственно (рис. 4, 5, кривые 1, 2), и в широком диапазоне мольных соотношений ПАВ в смешанном растворе незначительно изменяется, достигая 99%.

Поверхностное натяжение смешанных растворов Твин–ДДСН при добавлении этилового и изопропилового спиртов зависит от состава рас-

твора и уменьшается с увеличением мольной доли всех исследуемых НПРАВ (Твин) в растворе на 8–15 мДж/м² (рис. 4, 5 – кривые 4), что, вероятно, и объясняет некоторое увеличение степени флотационного извлечения ПАВ, особенно менее поверхностно-активного ДДСН, при мольном содержании Твин в смеси 0,2–0,8.

Присутствие низкомолекулярных спиртов в смешанных растворах Твин и ДДСН оказывает неоднозначное влияние на такой параметр процесса флотации, как степень перехода раствора в пену. Так, добавление этилового спирта в смешанные растворы исследуемых ПАВ существенно не влияет на степень перехода раствора в пену, а добавление изопропилового спирта уменьшает ее значение с 12 до 5% при мольных соотношениях Твин:ДДСН = 0,2:0,8; 0,5:0,5 (рис. 4, 5, кривые 3).

Таким образом, в процессе проведенных исследований установлено, что в присутствии низкомолекулярных спиртов равновесное поверхностное натяжение индивидуальных и смешанных водных растворов Твин (Твин-20, Твин-40, Твин-60,

Т а б л и ц а 3

Значения константы скорости процесса флотационного извлечения Твин-40 и ДДСН из смешанных водных растворов при добавлении низкомолекулярных спиртов

Константа	Смесь Твин-40–ДДСН		Смесь Твин-40–ДДСН с этиловым спиртом		Смесь Твин-40–ДДСН с изопропиловым спиртом	
	Твин-40	ДДСН	Твин-40	ДДСН	Твин-40	ДДСН
$K \cdot 10^1, \text{мин}^{-1}$	7,2	5,0	8,3	5,8	13,4	9,1

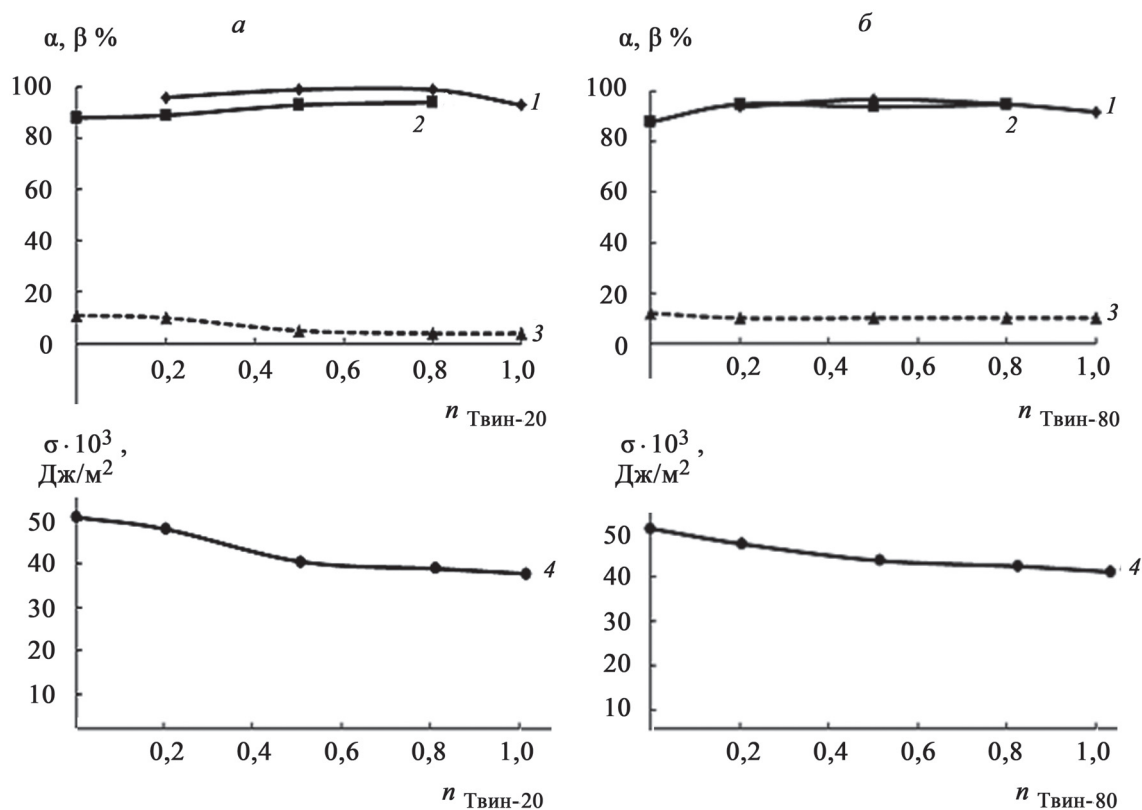


Рис. 4. Влияние состава смеси Твин–ДДСН на: степень (α) флотационного извлечения Твин (1), ДДСН (2); степень (β) перехода раствора в пену (3) и поверхностное натяжение (σ) (4) при добавлении этилового спирта в смешанные растворы ПАВ (a – смесь Твин-20–ДДСН, b – смесь Твин-80–ДДСН; $C_{\text{спирт}} = 3,75$ моль/дм³)

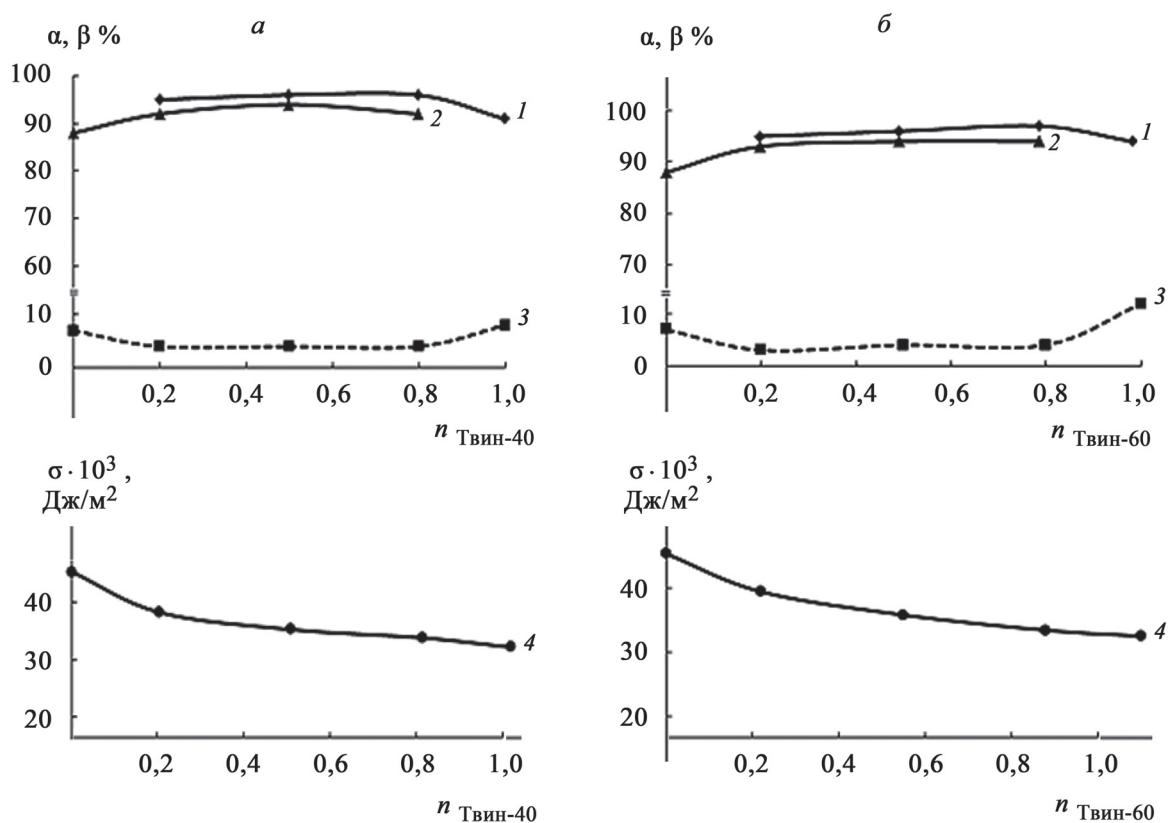


Рис. 5. Влияние состава смеси Твин–ДДСН на степень (α) флотационного извлечения Твин (1), ДДСН (2); степень (β) перехода раствора в пену (3) и поверхностное натяжение (σ) (4) при добавлении изопропилового спирта в смешанные растворы ПАВ (a – смесь Твин-40–ДДСН, b – смесь Твин-60–ДДСН; $C_{\text{спирт}} = 3,75$ моль/дм³)

Твин-80) с ДДСН снижается и зависит от строения НП АВ, концентрации и природы спирта. Впервые показана возможность использования теоретической аддитивной модели Файнермана–Миллера для описания поверхностного натяжения индивидуальных и смешанных растворов НП АВ и АП АВ в присутствии низкомолекулярных спиртов. Установлена корреляция между степенью извлечения П АВ, степенью перехода раствора в пену и

поверхностным натяжением смешанных водных растворов Твин–ДДСН разного состава в присутствии этилового и изопропилового спиртов. Показано, что добавки низкомолекулярных спиртов позволяют не только повысить степень извлечения Твин и ДДСН из смешанных водных растворов, но и увеличить скорость флотации, что способствует интенсификации процесса извлечения исследуемых П АВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- K. Ogino, M. Abe // Mixed Surfactant Systems. N.Y., 1993.*
Williams J.M. // Langmuir. 1991. Vol. 7. P. 1370.
Хилько С.Л., Ковтун А.И., Файнерман В.Б. // Коллоидн. журн. 2011. Vol. 73. № 1. С. 97.
Ковтун А.И., Хилько С.Л., Жолоб С.А., Рыбаченко В.И. // Коллоидн. журн. 2012. Vol. 72. № 3. С. 380.
Zana R. // Adv. Colloid Interface Sci. 1995. Vol. 57. P. 1.
Кузькин С.Ф., Гольман А.М. Флотация ионов и молекул. М., 1971. С. 136.
Свиридов В.В. Физико-химические основы процессов микрофлотации. Екатеринбург, 2006. С. 578.
Fainerman V.B., Miller R. // Encyclopedia of Surface and Colloid Science / Ed. P. Somasundaran, A. Hubbard. N.Y., 2009.
- Абрамзон А.А., Зайченко Л.П., Файнгольд С.И. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение. Л., 1988. 200 с.*
Скрылев Л.Д., Стрельцова Е.А., Тымчук А.Ф. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 1993. Vol. 36. № 7. С. 40.
Штыков С.Н., Сумина Е.Г., Чернова Р.К., Лемешкина Н.В. // Журн. аналит. химии. 1985. Vol. 11. N 5. С. 907.
Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. М., 1973.
Fainerman V.B., Miller R., Aksenenko E.V. // Adv. Colloid Interface Sci. 2002. Vol. 96. P. 339.
Miller R., Fainerman V.B., Mohwald H. // J. Colloid Interface Sci. 2002. Vol. 247. P. 193.

Поступила в редакцию 12.02.15

INFLUENCE OF THE ADDITIVES OF LOW MOLECULAR WEIGHT ALCOHOLS ON THE ADSORPTION OF MIXTURES OF TWINS WITH SODIUM DODECYLSULFATE AT THE LIQUID–GAS

E.A. Streltsova, A.A. Mazuryk, I.V. Popova

(Odessa National University named after I.I. Mechnikov, department of Physical and Colloid Chemistry, Odessa, Ukraine; e-mail: A.Grosul-11@yandex.ua)

Influence of additives of non-electrolytes (low molecular weight alcohols) on the surface tension of individual and mixed solutions of nonionic and anionic surfactants at the air interface and patterns of their flotation extraction were investigated. Was found that additives of alcohol reduced the surface tension, both individual, and mixed solutions of surfactants. It was shown that the additive Fainerman-Miller model can be used to predict the equilibrium surface tension of solutions of mixtures of surfactants with alcohols.

Key words: surface tension, flotation, Twins, sodium dodecylsulfate, ethyl and isopropyl alcohols.

Сведения об авторах: *Стрельцова Елена Алексеевна* – профессор кафедры физической и коллоидной химии химического факультета Одесского национального университета имени И.И. Мечникова, докт. хим. наук (elen_streltsova@onu.edu.ua); *Мазурик Алина Александровна* – аспирант кафедры физической и коллоидной химии химического факультета Одесского национального университета имени И.И. Мечникова, (A.Grosul-11@yandex.ua); *Попова Ирина Викторовна* – студентка Одесского национального университета имени И.И. Мечникова.