

УДК 541.64:542

МІЖМОЛЕКУЛЯРНА АСОЦІАЦІЯ ТА ПОВЕРХНЕВА АКТИВНІСТЬ БЕНЗЕТОНІЙ ХЛОРИДУ ЗА НАЯВНОСТІ НЕОРГАНІЧНИХ СОЛЕЙ

В. Закордонський¹, Н. Сачко², М. Думас¹

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна
e-mail: zakordonskiy@franko.lviv.ua

²Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, 58012 Чернівці, Україна

Вивчено вплив NaCl та Na₂SO₄ на поверхневу активність і процеси міцелоутворення у водних розчинах катіоноактивного бензетоній хлориду. З'ясовано, що введення електроліту призводить до зниження поверхневого натягу змішаних розчинів і посилення процесів міцелоутворення. Виявлено значний вплив природи та концентрації солі на середньойонний коефіцієнт активності γ_{\pm} бензетоній хлориду. Зафіксовано суттєву різницю між знайденими значеннями коефіцієнта γ_{\pm} і обчисленими на підставі електростатичного підходу Дебая–Хюккеля.

Ключові слова: бензетоній хлорид, NaCl, Na₂SO₄, поверхнева активність, критична концентрація міцелоутворення.

Важливим чинником впливу на властивості розчинів поверхнево-активних речовин (ПАР) є добавки неорганічних солей – електролітів [1–9]. Найбільш виражено вплив електролітів виявляється для ПАР іонного типу. Визначальний вплив мають іони, заряд яких протилежний до заряду йона ПАР – так звані протийони. Здебільшого додавання електролітів спричиняє послаблення поверхневого натягу [4–6] і зміну концентраційних інтервалів міцелоутворення – критичної концентрації міцелоутворення (ККМ) [5–7]. З іншого боку, введення електролітів може провокувати так званий ефект висолювання – зменшення розчинності ПАР і виділення поверхнево-активного компонента в окрему макрофазу [9].

Ефект зниження поверхневого натягу розчинів та зменшення ККМ іонних ПАР за наявності сторонніх електролітів відображає комплексний вплив іонної сили на стан асоціативно-дисоціативної рівноваги в системі [2, 10, 11]. Важливим чинником є також вплив електролітів на структуру води та на інтенсивність гідрофобної взаємодії в водному розчині ПАР [12, 13].

З термодинамічної точки зору вплив електролітів на поверхневі та об'ємні властивості розчинів іонних ПАР пов'язують зі зміною активності поверхнево-активного компонента в розчині і в поверхневому шарі. Той факт, що більшість ПАР іонного типу є сильними електролітами, дає підстави для розрахунку середніх іонних коефіцієнтів активності в рамках електростатичних теорій. Найчастіше в цьому випадку використовують підходи, які ґрунтуються на положеннях теорії Дебая–Хюккеля [2, 3].

Водночас існує низка методів, які дають змогу оцінити коефіцієнт активності мономерних іонів ПАР на підставі експериментальних даних [10, 14]. Перспективними у цьому є потенціометричні методи з використанням іон-селективних електродів. Однак ці методи практично непридатні у випадку наявності в розчині сторонніх електролітів.

У працях [15, 16] запропоновано метод оцінки активності ПАР за наявності в системі неорганічного електроліту. В основі методу є термодинамічний аналіз ізотерм адсорбції (ізотерм поверхневого натягу) на межі рідина–повітря. Показано, що для 1-1 валентних поверхнево-активних електролітів ізотерми поверхневого тиску в межах застосування закону Генрі описують рівняння

$$\Gamma = \frac{\pi}{RT} = K_{\pm} c_{\pm}^2 \gamma_{\pm}^2, \quad (1)$$

де Γ – гіббсівська адсорбція; K_{\pm} – константа Генрі; $\pi = \sigma_0 - \sigma$ – поверхневий тиск, який дорівнює різниці значень поверхневого натягу розчинника (σ_0) і розчину (σ); γ_{\pm}^2 – середньойонний коефіцієнт активності ПАР у розчині; $c_{\pm} = (c_+ c_-)^{0.5}$ – середньойонна концентрація ПАР у розчині; c_+ та c_- – концентрація катіона та аніона, відповідно.

Рівняння (1) справджується для розчинів ПАР у межах застосування закону Генрі (область розведених розчинів). У цьому випадку коефіцієнт активності γ_{\pm} є практично сталим і поверхневий тиск змінюється пропорційно до c_{\pm}^2 .

Уведення в розчин ПАР неорганічних солей призводить до збільшення сумарної йонної концентрації (йонної сили) розчину і до зміни активності поверхнево-активного компонента згідно з рівнянням

$$a_{\pm S} = (c_{\pm S} + c_S) c_{\pm S} \gamma_{\pm S}^2, \quad (2)$$

де $a_{\pm S}$, $\gamma_{\pm S}$, $c_{\pm S}$ – активність, коефіцієнт активності та йонна концентрація ПАР за наявності електроліту; c_S – концентрація стороннього електроліту.

Ізотерму поверхневого тиску у цьому випадку описує рівняння:

$$\pi = K_{\pm} RT (c_{\pm S} + c_S) c_{\pm S} \gamma_{\pm S}^2. \quad (3)$$

На підставі зіставлення ізотерми поверхневого натягу розчинів ПАР з різною йонною концентрацією, можна визначити низку параметрів, які характеризують вплив природи і концентрації електроліту на активність поверхнево-активного компонента в середовищах з різною йонною силою.

За викладеним вище підходом проаналізовано результати вивчення впливу добавок сильних електролітів на поверхневу активність та критичну концентрацію міцелотворення катіоноактивного бензетоній хлориду (БТХ, бензилдиметил-[2-[2-(p-1,1,3,3-тетра-метилбутилфенокси)етокси]етил]амонію хлорид, м.м. = 448,1 г/моль, вміст активного компонента $\geq 97\%$, Aldrich). Як електроліти використано сульфат натрію Na_2SO_4 та хлорид натрію NaCl кваліфікації “х.ч”. Вихідні розчини БТХ, Na_2SO_4 та NaCl виготовляли на бідистильованій воді. Поверхневий натяг розчинів вимірювали методом максимального тиску (метод Ребіндера) при $25 \pm 0,1$ °C. Похибка визначення поверхневого натягу не перевищує $\pm 0,5$ мДж/м².

На рис. 1 та 2 показано напівлогарифмічні залежності поверхневого натягу розчинів БТХ з різним вмістом NaCl (див. рис. 1) та Na₂SO₄ (див. рис. 2). Як бачимо, добавка NaCl та Na₂SO₄ за заданої концентрації БТХ призводить до значного зниження поверхневого натягу розчину. Простежується вплив природи неорганічного електроліту на значення поверхневого натягу розчину, яке досягається за фіксованих концентрацій БТХ та солі. Так, граничне значення $\sigma_{\text{нас}}$ поверхневого натягу розчину БТХ у стані насичення, досягнуте за максимальної концентрації стороннього електроліту (0,1 моль/л) становить 31,1 та 33,8 мДж/м² для NaCl та Na₂SO₄ відповідно. Простежується вплив NaCl та Na₂SO₄ на форму ізотерм поверхневого натягу: підвищення вмісту стороннього електроліту призводить до виродження S-подібної форми ізотерми поверхневого натягу.

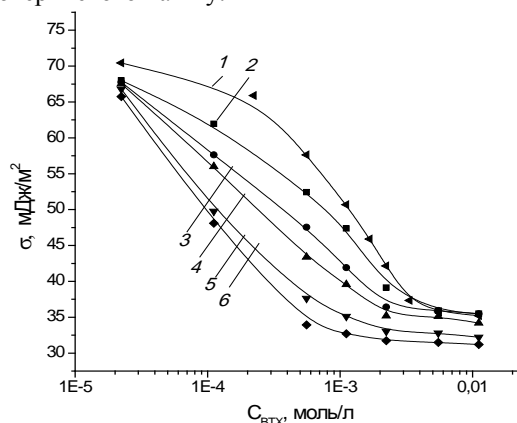


Рис. 1. Ізотерми поверхневого натягу розчинів БТХ з різним вмістом NaCl, моль/л: 1 – 0; 2 – 0,001; 3 – 0,005; 4 – 0,01; 5 – 0,05; 6 – 0,1

Як уже зазначено, вплив електролітів на поверхневу активність іонних ПАР пов'язаний значно з впливом протийонів на структуру води. У нашому випадку такими протийонами є іони SO₄²⁻ та Cl⁻. Згідно з сучасними уявленнями [12], структура води визначається балансом сил далекосяжної електростатичної взаємодії іонів з молекулами води і близькодійою Н...О...Н – взаємодії сусідніх молекул води між собою з утворенням водневих зв'язків. За характером впливу на структуру води виділяють два типи йонів – структуростабілізуючі (космотропи, *structure makers*, *kosmotropes*) та структуроруйнуючі іони (хаотропи, *structure breakers*, *chaotropes*).

До структуростабілізуючих йонів відносять невеликі за розмірами полівалентні іони, наявність яких сприяє підвищенню ступеня впорядкованості та стабілізації так званої льодоподібної структури води. З цих позицій для йона SO₄²⁻ характерний виражений космотропний вплив на структуру води [13]. Навпаки, іон Cl⁻ більше спричиняє хаотропний ефект на структуру води, сприяючи руйнуванню водневих зв'язків [13]. Уведення його в розчин ПАР призводить до свого роду ущільнення води (зменшення кількості структурованої льодоподібної води), що зумовлює зниження молекулярної розчинності дифільних молекул БТХ у воді і виходу їх у поверхневий шар.

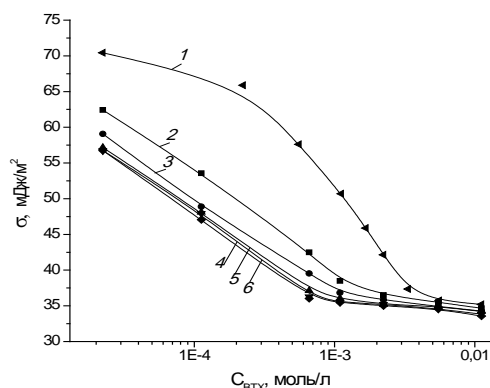


Рис. 2. Ізотерми поверхневого натягу розчинів БТХ з різним вмістом Na_2SO_4 , моль/л: 1 – 0; 2 – 0,001; 3 – 0,005; 4 – 0,01; 5 – 0,05; 6 – 0,1

Для оцінки поверхневої активності БТХ використаємо запропонований Ребіндером [17] коефіцієнт поверхневої активності $G = -\left(\frac{d\sigma}{dc}\right)_{c \rightarrow 0}$. На практиці коефіцієнт поверхневої активності для 1-1 іонних ПАВ виражають співвідношенням $G_{\pm} = \left(\frac{d\pi}{dc_{\pm}^2}\right)_{c_{\pm}^2 \rightarrow 0} = K_{\pm}RT$ і визначають із залежності $\pi - c_{\pm}^2$ для початкової ділянки ізотерми поверхневого тиску.

Як ілюстрацію, на рис. 3 показано ізотерми поверхневого тиску розчинів БТХ залежно від концентрації NaCl . Зазначимо, що лінійна залежність $\pi = f[(c_{\pm S} + c_S)c_{\pm S}]$, як це впливає з рівняння (3), простежується лише для початкової ділянки ізотерми поверхневого тиску (область Генрі). Надалі, за підвищення концентрації БТХ ізотерма $\pi - (c_{\pm S} + c_S)c_{\pm S}$ відхиляється від лінійності. Аналогічні результати отримано для решти досліджуваних систем.

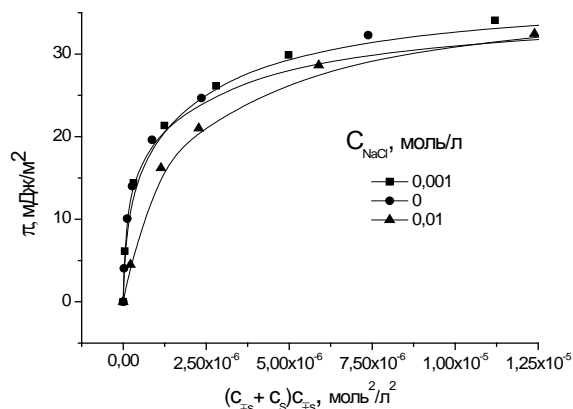


Рис. 3. Ізотерми поверхневого тиску розчинів БТХ з різним вмістом NaCl , моль/л

Це відхилення автори [15] пояснюють утрудненням переходу молекул ПАР із об'єму в поверхневий шар у міру його заповнення та зміною коефіцієнта активності ПАР в адсорбційному шарі. Значення G_{\pm} для досліджених систем, обчислені на підставі лінійної апроксимації початкового відрізка ізотерми поверхневого тиску, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Коефіцієнт поверхневої активності G_{\pm} бензетоній хлориду в розчинах з різним вмістом NaCl та Na ₂ SO ₄		
Концентрація електроліту, моль/л	$10^{-5} G_{\pm}$, Дж·л ² ·моль ⁻² ·м ⁻²	
	NaCl	Na ₂ SO ₄
0	4,18	4,18
0,001	4,95	6,73
0,005	6,08	6,85
0,01	7,26	7,35
0,05	8,44	7,35
0,1	9,36	7,57
0,2	9,30	7,56

Як бачимо, добавки хлориду натрію та сульфату натрію спричиняють зростання коефіцієнта G_{\pm} . Це свідчить про поліпшення поверхневої активності бензетоній хлориду за наявності NaCl та Na₂SO₄. В інтервалі порівняно невисоких концентрацій електролітів $\leq 0,01$ моль/л) вплив Na₂SO₄ на поверхневу активність БТХ виявляється дещо сильніше. Водночас в інтервалі вищих концентрацій стороннього електроліту помітнішим є вплив NaCl.

Підвищення поверхневої активності БТХ в області високих концентрацій хлориду натрію може бути пов'язане з ефектом висолювання – зменшенням молекулярної розчинності БТХ за підвищення концентрації електроліту в розчині – так званий ефект *salting-out* [9]. Ми з'ясували, що за концентрації NaCl $\geq 0,05$ – 0,1 моль/л у системі простежується явище помутніння, що свідчить про мікрофазове розшарування вихідного розчину. Зниження розчинності БТХ за наявності NaCl сприяє переходу поверхнево-активного компонента з об'єму розчину в поверхневий шар та зниженню поверхневого натягу порівняно з системами, де ефекту висолювання нема. Саме це ми спостерігаємо у випадку сульфату натрію, де бінарні розчини БТХ–Na₂SO₄ у всьому дослідженому концентраційному інтервалі залишаються оптично прозорими.

Відомо, що введення неорганічних солей у розчини ПАР зумовлює, зазвичай, зміщення ККМ в інтервал менших концентрацій ПАР. За наявності NaCl і Na₂SO₄, як видно з рис. 1 та 2, перехідна область ізотерм поверхневого натягу з підвищенням концентрації електроліту зміщується в інтервал менших концентрацій бензетоній хлориду. На підставі одержаних ізотерм поверхневого натягу методом дотичних визначено ККМ бензетоній хлориду в досліджених системах. Залежність ККМ бензетоній хлориду від концентрації стороннього електроліту показано на рис. 4.

Як бачимо, добавки до розчину БТХ уже незначних кількостей стороннього електроліту – 0,001 моль/л – призводить до значного зниження ККМ бензетоній хлориду. Найпомітніше цей ефект простежується у випадку добавок Na₂SO₄. В інтервалі високих концентрацій доданого електроліту ККМ бензетоній хлориду практично не залежить від природи та концентрації електроліту.

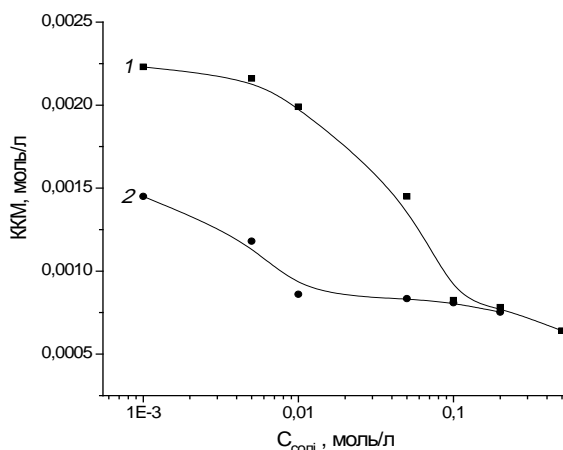


Рис. 4. Залежність ККМ бензетоній хлориду від концентрації NaCl (1) та Na₂SO₄ (2)

Депресію ККМ під впливом електролітів у випадку іонних ПАР пояснюють зменшенням товщини іонної атмосфери, зростанням ступеня зв'язування протийонів, що рівноцінно зниженню ступеня дисоціації молекул ПАР [2]. Ступінь зв'язування протийонів зростає зі зменшенням радіуса йонів та зі збільшенням співвідношення заряд/радіус іона [5, 8, 18]. Саме цим ми пояснюємо більш виражений вплив сульфату натрію на ККМ бензетоній хлориду (радіуси хлорид- та сульфат-іонів за Стоксом у водному розчині при 291,1 К становлять, відповідно, 1,20 та 1,15 Å [20]).

З феноменологічної точки зору вплив неорганічних електролітів на поверхневі та об'ємні властивості розчинів іонних ПАР пов'язаний зі зміною іонної сили розчину та йонної активності поверхнево-активного компонента. Отримані нами результати дають змогу оцінити середньоїонний коефіцієнт активності γ_{\pm} БТХ в розчині залежно від концентрації ПАР та доданого електроліту. Зазначимо, що в стані рівноваги з огляду на рівність хімічних потенціалів ПАР у поверхневому шарі та в об'ємі, активності ПАР у поверхневому шарі та в об'ємі також однакові. З іншого боку, у розчинах ПАР, які мають різну концентрацію доданого електроліту, проте однакове значення поверхневого натягу, активність ПАР у поверхневому шарі є також однаковою.

Обчислення середньоїонних коефіцієнтів активності зроблено на підставі ізотерм $\sigma = f(c)$ (див. рис. 1 та 2) для значень поверхневого натягу 50 та 40 мДж/м² за допомогою таких співвідношень:

$$\text{без електроліту} \quad \gamma_{\pm}^2 = \frac{\pi}{K_{\pm} RT c_{\pm}^2} = \frac{\pi}{G_{\pm} c_{\pm}^2}; \quad (4)$$

$$\text{за наявності електроліту} \quad \gamma_{\pm,S}^2 = \frac{\pi}{K_{\pm} RT (c_{\pm,S} + c_s) c_{\pm,S}} = \frac{\pi}{G_{\pm} (c_{\pm,S} + c_s) c_{\pm,S}}. \quad (5)$$

Отримані результати наведено в табл. 2. Для порівняння в табл. 2 наведено також значення середньоїонних коефіцієнтів активності, обчислених згідно з другим наближенням рівняння Дебая–Хюккеля [21].

Результати свідчать про специфічний вплив природи стороннього електроліту на активність поверхнево-активного компонента і на залежність γ_{\pm} від концентрації неорганічної солі в розчині. У випадку NaCl простежується загальна закономірність: підвищення вмісту стороннього електроліту в розчині ПАР призводить до зниження середньойонного коефіцієнта активності γ_{\pm} . В першому наближенні це пов'язано зі збільшенням сумарної іонної концентрації в розчині (іонної сили розчину). Водночас у випадку Na_2SO_4 простежується дещо інша закономірність: з підвищенням концентрації солі залежність $\gamma_{\pm} = f(c_s)$ проходить через максимум. За наявності 0,001 моль/л сульфату натрію значення γ_{\pm} збільшується практично вдвічі порівняно з розчинами БТХ без добавки солі. Подальше збільшення вмісту Na_2SO_4 в розчині призводить, як і у випадку добавок NaCl, до зменшення γ_{\pm} .

Таблиця 2

Значення середньойонних коефіцієнтів активності γ_{\pm}

$C_{\text{електр}}$, моль/л	NaCl				Na_2SO_4			
	$\sigma = 50 \text{ мДж/м}^2$		$\sigma = 40 \text{ мДж/м}^2$		$\sigma = 50 \text{ мДж/м}^2$		$\sigma = 40 \text{ мДж/м}^2$	
	експ.*	теор.**	експ.*	теор.**	експ.*	теор.**	експ.*	теор.**
0	0,197	0,962	0,103	0,943	0,197	0,962	0,103	0,943
0,001	0,181	0,954	0,093	0,938	0,371	0,881	0,164	0,870
0,005	0,135	0,922	0,075	0,916	0,257	0,773	0,118	0,770
0,01	0,111	0,897	0,063	0,894	0,195	0,706	0,101	0,704
0,05	0,066	0,806	0,042	0,806	0,090	0,518	0,047	0,518
0,1	0,049	0,753	0,035	0,753	0,065	0,434	0,034	0,434

Примітка: * обчислені за рівняннями (4) і (5);

** обчислені згідно з другим наближенням Дебая–Хюккеля.

Важливим є те, що отримані на підставі експериментальних даних значення середньойонних коефіцієнтів активності суттєво нижчі, ніж розраховані за рівнянням Дебая–Хюккеля, а різниця між значеннями γ_{\pm} суттєво залежить від концентрації та хімічної природи аніона солі.

Причину появи максимуму на залежності γ_{\pm} від вмісту Na_2SO_4 , а також розбіжності між теоретично та експериментально розрахованими значеннями γ_{\pm} (див. табл. 2) Доцільно, на наш погляд, шукати не тільки в певних обмеженнях стосовно застосування запропонованого [15, 16] підходу для розрахунку коефіцієнта активності ПАР за даними тензометричних вимірювань в інтервалі міцелярних концентрацій, тобто поза межами області Генрі, але також в особливостях структури та властивостей міцелярних розчинів іонних ПАР [2].

Використання теорії Дебая–Хюккеля для опису розчинів сильних електролітів передбачає виконання низки базових засад, таких як симетричність електроліту, невеликий заряд іонів та низьке значення їхньої концентрації (іонної сили розчину) [21]. Очевидно, що стосовно міцелярних розчинів іонних ПАР ці засади зазвичай не виконуються. Перш за все це пов'язано з певною неоднозначністю трактування процесу міцелоутворення як квазіхімічної реакції чи фазового переходу другого роду [2]. З іншого боку, міцела, як іонний компонент міцелярного розчину, перебуває у стані рівноваги з мономерними складовими (іонами, молекулами) розчину. У цьому разі міцелу розглядають як різко асиметричний іон, ефективний заряд якого залежно від ступеня зв'язування протийонів може набувати великих значень [2, 18, 19].

Актуальними також є оцінка концентрації міцелярної форми ПАР, впливу процесів міцелоутворення на йонну силу розчину тощо. Отже, використання електростатичних теорій для оцінки "априорі" коефіцієнтів активності йонних ПАР у розчині потребує підходів, які б враховували вище перелічені чинники та особливості розчинів ПАР з огляду на внесок електростатичної та гідрофобної складової в стан іонної рівноваги в системі.

1. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества /под ред. А.А. Абрамзона. Л.: Химия, 1984.
2. *Русанов А.И.* Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. СПб.: Химия, 1992.
3. *Rosen M.J.* Surfactant and Interfacial Phenomena; 3rd ed. Wiley-InterSci. N-Y. 2004.
4. *Файнерман В.Б., Линин С.В.* Влияние добавок электролитов и неэлектролитов на кинетику понижения поверхностного натяжения растворов алкилсульфатов натрия // Коллоид. журн. 1982. Т. 44. № 6. С. 1141–1149.
5. *Zhang L., Somasundaran P., Maltesh C.* Electrolyte Effects on the Surface Tension and Micellisation of n-Dodecyl β -D-Maltoside Solutions // Langmuir. 1996. Vol. 12. P. 2371–2373.
6. *Зайцев С.Н., Сердюк А.И., Ващунь З.М.* Влияние электролита на коллоидно-химические свойства водных растворов цетилпиридиний хлорида // Коллоид. журн. 1982. Т. 44. № 2. С. 328–331.
7. *Червонцева Н.Н., Сердюк А.И.* Влияние природы аниона электролита на вторую ККМ децилсульфата натрия // Коллоид. журн. 1983. Т. 45, № 6. С. 1177–1182.
8. *Mehul Rhimana, Sambhav Vora* Effect of Inorganic Additives on a Conventional Anionic-Cationic Mixed Surfactants System in Aqueous Solution // J. Surfact. Deterg. 2011. Vol. 14. P. 545–554.
9. *Amrit Kalra, Nihal Nugcu, Steven M. Cramer and Sherhar Garde.* Salting-In and Salting-Out of Hydrophobic Solutes in Aqueous Solutions // J. Phys. Chem. B. 2001. Vol. 105. N 27. P. 6380–6386.
10. *Burchfield T.E., Wooley E.M.* Model for thermodynamics of ionic Surfactant Solutions. 1. Osmotic and activity coefficients // J. Phys. Chem. B. 1984. Vol. 88 N 10. P. 2149–2155.
11. *Goralczyk D.* Properties of Anionic-Cationic Adsorption Films in the Presence of Inorganic Electrolytes // J. Colloid Inter. Sci. 1996. Vol. 184/ Is. 1. P. 139–146.
12. *Hribar Barbara, Noel T. Southal, Vojko Vlady, Ken A. Dill.* How Ions Affect the Structure of Water // J. Am. Chem. Soc. 2002. Vol. 124 (41). P. 12302–12311.
13. *Пчелин В.А.* Гидрофобные взаимодействия в дисперсных системах. М.: Знание, 1976.
14. *Vikingstad E.* The mean activity and the activities of the separate ions of sodium decanoate above CMC determined by a selective silver/silver decanoate electrode // J. Colloid Inter. Sci. 1979. Vol. 72. Is. 1. P. 68–74.
15. *Фролов Ю.Г., Ким В., Суянов Ю.С.* Определение активности ПАВ в присутствии неорганических солей // Коллоид. журн. 1990. Т. 52, № 5. С. 1007–1010.
16. *Фролов Ю.Г., Суянов Ю.Н., Ким В.* Изотермы поверхностного натяжения водных растворов карбоновых кислот // Коллоид. журн. 1987. Т. 49. № 3. С. 599–601.

17. *Ребиндер П.А.* Коллоидная химия. Поверхностные явления в дисперсных системах. М.: Наука, 1978.
18. *Robb I.D., Smith R.* Nuclear spin-relaxation times of alkali metal counterions at micelle-interface // *J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1.* 1974. Vol. 70. P. 287–292.
19. *Barney L. Bales, Kaba T., Zana R.* Effect of Nature of the Counterion on the Properties of Anionic Surfactant. 2. Aggregation Number Based Micelle Ionisation for Micelles of Tetraalkylammonium Dodecylsulfate // *J. of Phys. Chem. B.* 2004. Vol. 108. N 39. P. 14948–14955.
20. *Мелвин-Хьюз Э.А.* Физическая химия: В 2 т. Т. 2 / пер. с англ. М.: Изд-во иностр. л-ры, 1962.
21. Курс физической химии: В 2 т. Т. 2 / Под ред. Я.И. Герасимова. М.: Химия, 1966.

INTERMOLECULAR ASSOCIATION AND SURFACE ACTIVITY BENZETONIUM CHLORIDE IN THE PRESENCE OF INORGANIC SALTS

V. Zakordonskiy¹, A. Sachko², M. Dumas¹

¹*Ivan Franko National University of Lviv
Kyrila & Methodia Str., 6, 79005 Lviv, Ukraine
e-mail: zakordonskiy@franko.lviv.ua*

²*Yuriy Fedkovych National University of Chernivtsi,
Kotsyubynskiy Str., 2, 58012 Chernovtsi, Ukraine*

The influence of inorganic salts NaCl and Na₂SO₄ on the surface activity and the micellisation processes of cationic benzetonium chloride in aqueous solutions was investigated. It is shown that the addition of electrolyte decrease the surface tension and the CMC of benzetonium chloride. The ionic force of solution has been found to affect significantle the average activity coefficient of surface-active ion. It is observed a significant difference between the found and calculated on the basis of electrostatic Debye–Hückel - appoache coefficient γ_{\pm} values.

Key words: benzetonium chloride, NaCl, Na₂SO₄, surface tension efficiency, critical micelle concentration.

МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ АССОЦИАЦИЯ И ПОВЕРХНОСТНАЯ АКТИВНОСТЬ БЕНЗЕТОНИЙ ХЛОРИДА В ПРИСУТСТВИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ**В. Закордонський¹, Н. Сачко², М. Думас¹**

¹*Львівський національний університет імені Івана Франка,
ул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна
e-mail: zakordonskiy@franko.lviv.ua*

²*Черновицький національний університет імені Юрія Федьковича,
ул. Коцюбинського, 2, 58012 Черновці, Україна*

Изучено влияние добавок неорганических солей NaCl и Na₂SO₄ на поверхностную активность и процессы мицеллообразования в водных растворах катионоактивного бензетоний хлорида. Показано, что введение электролита приводит к понижению поверхностного натяжения растворов и к усилению процессов мицеллообразования. Установлено значительное влияние природы и концентрации соли на среднеионный коэффициент активности γ_{\pm} бензетоний хлорида. Установлена существенная разница между найденными и вычисленными на основании электростатического подхода Дебая–Хюккеля значениями коэффициента γ_{\pm} .

Ключевые слова: бензетоний хлорид, NaCl, Na₂SO₄, поверхностная активность, критическая концентрация мицеллообразования.

Стаття надійшла до редколегії 16.10.2012

Прийнята до друку 26.12.2012