

УДК 544.351.3

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТВОРЕНИЯ И ПЕРЕНОСА ПЕРХЛОРАТОВ ЦЕТИЛТРИМЕТИЛАММОНИЯ И *N*-ЦЕТИЛПИРИДИНИЯ В СМЕСЯХ ВОДА - АЦЕТОН В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 278.15 - 308.15 К

© 2011 С. Т. Гога

Методом изотермического насыщения с гравиметрическим определением концентрации насыщенного раствора в интервале температур 278.15 – 308.15 К определена растворимость перхлоратов цетилтриметиламмония и *N*-цетилпиридиния в смесях вода – ацетон (содержание ацетона 0.1 и 0.3 мольных долей). Рассчитаны значения произведения растворимости, термодинамические функции растворения и переноса из воды в соответствующий растворитель.

Ключевые слова: растворимость, произведение растворимости, сольватация, термодинамические функции переноса, перхлорат цетилтриметиламмония, перхлорат *N*-цетилпиридиния, смешанный растворитель, вода, ацетон.

Данная работа является продолжением исследований по изучению термодинамики растворения и сольватации перхлоратов поверхностно-активных катионов в водно-органических и неводных средах [1-7] и посвящена политермическому определению растворимости и термодинамических характеристик растворения перхлоратов цетилтриметиламмония (ЦТАП) и *N*-цетилпиридиния (ЦПП) в смесях вода – ацетон (содержание ацетона 0.1 и 0.3 мольных долей) в интервале температур 278.15 – 308.15 К.

Экспериментальная часть

Препараты перхлоратов цетилтриметиламмония и *N*-цетилпиридиния получали как описано ранее [6]. Очистку ацетона производили по методике, описанной в [7]. Для приготовления смешанного растворителя вода – ацетон использовали бидистиллированную воду.

Растворимость ЦТАП и ЦПП определяли методом изотермического насыщения в условиях термостатирования (интервал температур 278.15 – 308.15 К с шагом 5 К, точность термостатирования ± 0.2 К). Для каждого состава растворителя насыщение растворов проводили параллельно в восьми герметично закрытых пробирках. Концентрацию насыщенных растворов определяли взвешиванием сухого остатка высушенной пробы раствора. Пробы сушили до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре не более 373 К. Достижение равновесия твердая фаза – раствор подтверждали путем перехода к насыщению как со стороны ненасыщенного раствора, т.е. нагреванием от более низкой температуры до температуры, при которой определяли растворимость, так и со стороны пересыщенного раствора, путем постепенного охлаждения раствора от более высокой температуры до температуры, при которой определяли растворимость.

Значения растворимости ЦТАП и ЦПП s приведены в таблице 1. Величины s получены с неопределенностью от 0.5 до 5 %.

Результаты и их обсуждение

В предположении полной диссоциации исследованных солей из значений растворимости s были рассчитаны величины произведений растворимости:

$$K_{sp} = (s\gamma_{\pm})^2,$$

где γ_{\pm} – средний ионный коэффициент активности, рассчитанный по уравнению второго приближения теории Дебая-Хюккеля.

Значения величин pK_{sp} приведены в таблице 1.

Таблица 1. Растворимость s (моль/кг) и показатели логарифма произведения растворимости pK_{sp} для ЦТАП и ЦПП в воде и в смесях вода – ацетон в интервале температур 278.15 – 308.15 К.

T, К		вода [2]	$x_2 = 0.1$	$x_2 = 0.3$
ЦТАП				
278.15	s	$(1.52 \pm 0.07) \cdot 10^{-5}$	$(5.7 \pm 0.3) \cdot 10^{-4}$	$(1.40 \pm 0.01) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	9.64	6.52	3.88
283.15	s	$(2.33 \pm 0.12) \cdot 10^{-5}$	$(6.8 \pm 0.3) \cdot 10^{-4}$	$(1.94 \pm 0.01) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	9.27	6.37	3.62
288.15	s	$(2.43 \pm 0.12) \cdot 10^{-5}$	$(7.1 \pm 0.3) \cdot 10^{-4}$	$(2.72 \pm 0.06) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	9.23	6.33	3.35
293.15	s	$(3.2 \pm 0.3) \cdot 10^{-5}$	$(8.84 \pm 0.08) \cdot 10^{-4}$	$(3.81 \pm 0.02) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	9.00	6.14	3.08
298.15	s	$(3.27 \pm 0.10) \cdot 10^{-5}$	$(1.32 \pm 0.06) \cdot 10^{-3}$	$(5.51 \pm 0.10) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	8.97	5.80	2.79
303.15	s	$(4.11 \pm 0.14) \cdot 10^{-5}$	$(1.73 \pm 0.02) \cdot 10^{-3}$	$(8.32 \pm 0.03) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	8.77	5.58	2.47
308.15	s	$(4.7 \pm 0.2) \cdot 10^{-5}$	$(2.56 \pm 0.02) \cdot 10^{-3}$	$(1.30 \pm 0.01) \cdot 10^{-1}$
	pK_{sp}	8.65	5.24	2.12
ЦПП				
278.15	s	$(1.37 \pm 0.11) \cdot 10^{-5}$	$(4.2 \pm 0.2) \cdot 10^{-4}$	$(1.60 \pm 0.03) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	9.73	6.77	3.77
283.15	s	$(1.54 \pm 0.03) \cdot 10^{-5}$	$(4.12 \pm 0.13) \cdot 10^{-4}$	$(2.33 \pm 0.06) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	9.63	6.79	3.47
288.15	s	$(2.48 \pm 0.12) \cdot 10^{-5}$	$(6.7 \pm 0.3) \cdot 10^{-4}$	$(3.55 \pm 0.08) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	9.21	6.38	3.14
293.15	s	$(2.82 \pm 0.09) \cdot 10^{-5}$	$(9.8 \pm 0.4) \cdot 10^{-4}$	$(5.17 \pm 0.09) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	9.10	6.06	2.84
298.15	s	$(3.46 \pm 0.15) \cdot 10^{-5}$	$(1.24 \pm 0.04) \cdot 10^{-3}$	$(8.5 \pm 0.2) \cdot 10^{-2}$
	pK_{sp}	8.92	5.85	2.45
303.15	s	$(3.60 \pm 0.13) \cdot 10^{-5}$	$(2.01 \pm 0.03) \cdot 10^{-3}$	$(1.44 \pm 0.02) \cdot 10^{-1}$
	pK_{sp}	8.89	5.45	2.03
308.15	s	$(4.6 \pm 0.2) \cdot 10^{-5}$	$(3.11 \pm 0.07) \cdot 10^{-3}$	$(2.64 \pm 0.05) \cdot 10^{-1}$
	pK_{sp}	8.70	5.08	1.56

По данным о произведениях растворимости ЦТАП и ЦПП были рассчитаны значения стандартной энергии Гиббса растворения:

$$\Delta G_s^{\circ} = -2.303RT \lg K_{sp},$$

а также величины суммарной стандартной энергии Гиббса переноса стехиометрической смеси ионов $C_{16}H_{33}(CH_3)_3N^+$ и ClO_4^- или $C_{16}H_{33}NC_5H_5^+$ и ClO_4^- из воды в исследуемые смеси:

$$\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ} = 2.303RT \lg \frac{K_{sp}^w}{K_{sp}^s},$$

где K_{sp}^w и K_{sp}^s – произведения растворимостей в воде и исследуемой смеси соответственно.

Таблица 2. Термодинамические характеристики растворения и переноса (ΔG_s° , $\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ}$, $\Sigma \Delta H_{tr}^{\circ}$ в кДж/моль, $\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$ в кДж/(моль·К) ЦТАП и ЦПП в воде и в смесях вода – ацетон в интервале температур 278.15 – 308.15 К.

Т, К	Параметр	ЦТАП			ЦПП		
		вода	$x_2=0.1$	$x_2=0.3$	вода	$x_2=0.1$	$x_2=0.3$
278.15	ΔG_s°	51.3	34.7	20.6	51.8	36.1	20.1
	$-\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ}$		16.6	30.7		15.8	31.7
	$\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$		-0.2	0.1		-0.2	0.2
	$\Sigma \Delta H_{tr}^{\circ}$		-83.3	-16.7		-60.2	14.9
283.15	ΔG_s°	50.3	34.5	19.6	52.2	36.8	18.8
	$-\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ}$		15.8	30.7		15.4	33.4
	$\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$		-0.1	0.2		0.0	0.2
	$\Sigma \Delta H_{tr}^{\circ}$		-34.6	12.3		-13.4	22.2
288.15	ΔG_s°	50.9	34.9	18.5	50.8	35.2	17.3
	$-\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ}$		16.0	32.4		15.6	33.5
	$\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$		0.1	0.2		0.1	0.2
	$\Sigma \Delta H_{tr}^{\circ}$		4.1	35.4		24.0	35.9
293.15	ΔG_s°	50.5	34.5	17.3	51.0	34.0	15.9
	$-\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ}$		16.1	33.2		17.1	35.1
	$\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$		0.2	0.3		0.2	0.3
	$\Sigma \Delta H_{tr}^{\circ}$		32.6	52.3		52.1	55.9
298.15	ΔG_s°	51.1	33.1	15.9	50.9	33.4	14.0
	$-\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ}$		18.0	35.2		17.5	37.0
	$\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$		0.2	0.3		0.3	0.4
	$\Sigma \Delta H_{tr}^{\circ}$		51.2	63.4		70.8	82.3
303.15	ΔG_s°	50.9	32.4	14.3	51.5	31.6	11.8
	$-\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ}$		18.5	36.6		20.0	39.8
	$\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$		0.3	0.3		0.3	0.5
	$\Sigma \Delta H_{tr}^{\circ}$		59.9	68.6		80.1	115.0
308.15	ΔG_s°	51.0	30.9	12.5	51.1	30.0	9.2
	$-\Sigma \Delta G_{tr}^{\circ}$		20.1	38.5		21.2	42.0
	$\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$		0.3	0.3		0.3	0.6
	$\Sigma \Delta H_{tr}^{\circ}$		58.5	67.6		80.1	154.2

Стандартные энтропии переноса стехиометрической смеси ионов $\Sigma \Delta S_{tr}^{\circ}$ находили из температурных зависимостей стандартных энергий Гиббса переноса.

$$\Sigma \Delta S_{\text{tr}}^{\circ} = - \left(\frac{\partial \Sigma G_{\text{tr}}^{\circ}}{\partial T} \right)_p$$

Величины стандартной энтальпии переноса стехиометрической смеси ионов $\Sigma \Delta H_{\text{tr}}^{\circ}$ из воды в соответствующий растворитель рассчитывали по соотношению

$$\Sigma \Delta H_{\text{tr}}^{\circ} = \Sigma \Delta G_{\text{tr}}^{\circ} + T \Sigma \Delta S_{\text{tr}}^{\circ}$$

Значения величин ΔG_s° , $\Sigma \Delta G_{\text{tr}}^{\circ}$, $\Sigma \Delta S_{\text{tr}}^{\circ}$ и $\Sigma \Delta H_{\text{tr}}^{\circ}$ для ЦТАП и ЦПП приведены в таблице 2.

Растворимость ЦТАП и ЦПП увеличивается как при повышении температуры, так и под действием добавленного к воде ацетона. При этом характер изменения растворимости исследованных перхлоратов сохраняется во всем интервале температур.

Значительное повышение растворимости ЦТАП и ЦПП при переходе от воды к водно-ацетоновым растворителям не может быть объяснено образованием мицеллярных растворов. Хотя известно, что в водной среде ионы $\text{C}_{16}\text{H}_{33}(\text{CH}_3)_3\text{N}^+$ и $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{NC}_5\text{H}_5^+$ в присутствии таких противоионов, как, например, хлорид, бромид, салицилат образуют мицеллы различного строения [8-11].

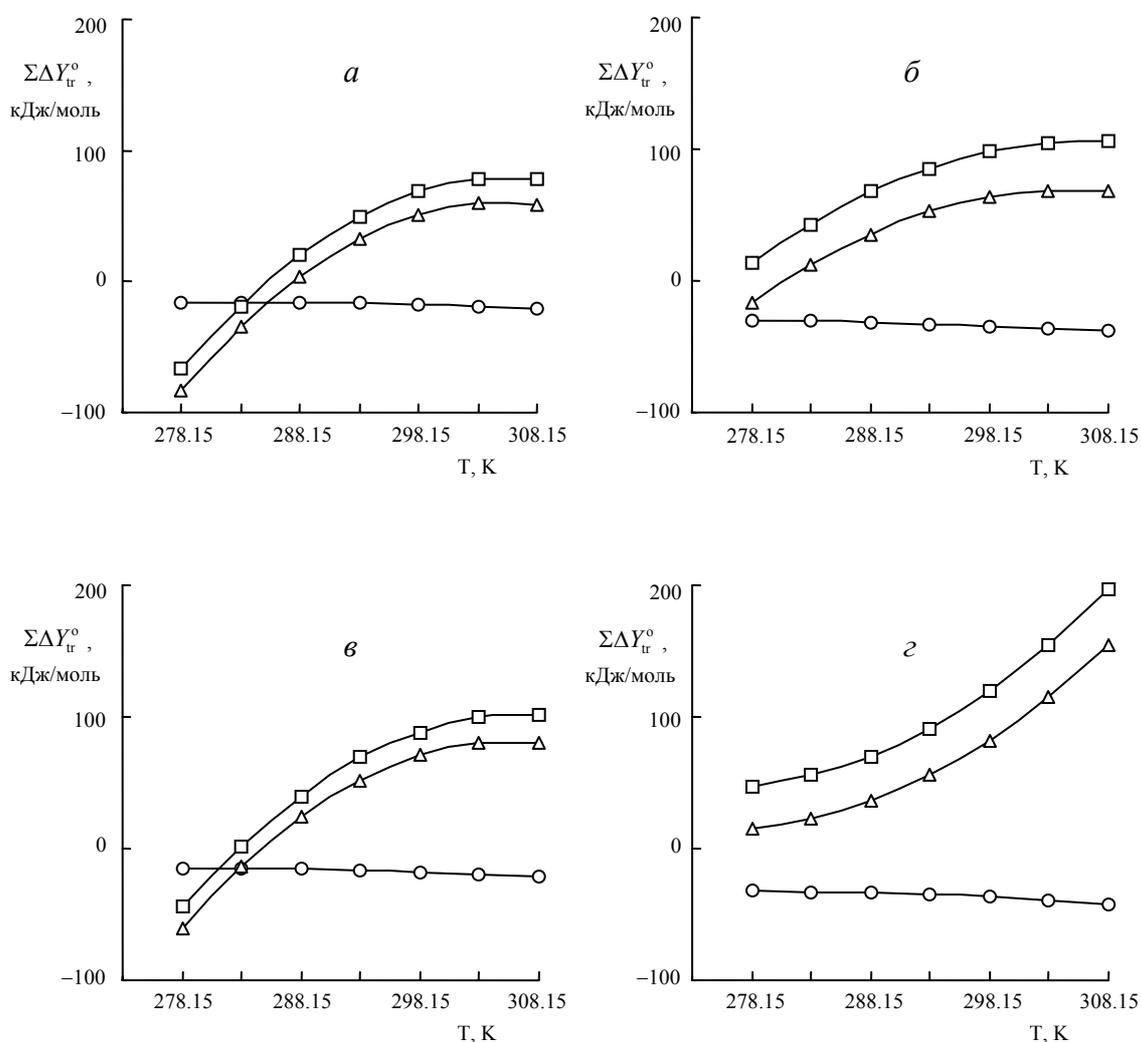


Рис. 1. Температурные зависимости термодинамических характеристик переноса $\Sigma \Delta G_{\text{tr}}^{\circ}$ (\circ), $\Sigma \Delta H_{\text{tr}}^{\circ}$ (Δ) и $T \Sigma \Delta S_{\text{tr}}^{\circ}$ (\square). *a* – ЦТАП ($x_2 = 0.1$), *б* – ЦТАП ($x_2 = 0.3$), *в* – ЦПП ($x_2 = 0.1$), *г* – ЦПП ($x_2 = 0.3$).

Предыдущие исследования [1,2] не обнаружили мицеллообразования в растворах ЦТАП и ЦПП в смесях ацетона с водой. Отсутствие мицеллообразования в изученных системах можно

объяснить значительной гидрофобностью перхлорат-иона, который служит осадителем дифильных катионов. Об этом свидетельствуют и достаточно низкие значения растворимости исследованных веществ в смесях ацетона с водой, поскольку мицеллообразование сопровождается бы значительной (практически неограниченной) растворимостью.

С точки зрения особенности строения дифильных катионов $C_{16}H_{33}(CH_3)_3N^+$ и $C_{16}H_{33}NC_5H_5^+$, логично предположить, что введение ацетона в значительной мере способствует сольватации этих ионов, и в небольшой степени ухудшает сольватацию перхлорат-ионов, что подтверждается и литературными данными [12,13].

Поэтому можно считать, что увеличение растворимости ЦТАП и ЦПП в присутствии добавок ацетона является следствием гетеросольватации, когда катион лучше сольватирован одним из компонентов растворителя (в нашем случае ацетоном), а анион (ClO_4^-) – другим (в нашем случае водой).

Это подтверждается и данными о характере изменений $\Sigma\Delta G_{tr}^0$ (рисунок 1) для исследованных объектов от температуры. При всех составах смешанного растворителя $\Sigma\Delta G_{tr}^0 < 0$, а изменение этой характеристики обусловлено, главным образом, катионным вкладом, поскольку в изученных системах $\Sigma\Delta G_{tr}^0$ для перхлорат-иона имеют положительные значения: 3.2 кДж/моль ($x_2 = 0.1$) и 5.7 кДж/моль ($x_2 = 0.3$) [14].

Сопоставление растворимости ЦТАП и ЦПП в изученных растворителях свидетельствует о близости значений этого параметра для обеих солей в воде, но при введении ацетона растворимости этих веществ отличаются. Причем различия усиливаются с повышением температуры, при этом в растворителе с $x_2 = 0.1$ при низких температурах (до 293.15 К) $s_{ЦТАП} > s_{ЦПП}$, а с повышением температуры наоборот $s_{ЦТАП} < s_{ЦПП}$; при $x_2 = 0.3$ $s_{ЦПП} > s_{ЦТАП}$ при всех температурах.

Повышению растворимости ЦТАП и ЦПП под действием ацетона и роста температуры соответствует снижение pK_{sp} и энергий Гиббса растворения (таблица 2). Изменение суммарных стандартных энергий Гиббса переноса определяется изменениями энтальпийной и энтропийной составляющих ($\Sigma\Delta G_{tr}^0 = \Sigma\Delta H_{tr}^0 - T\Sigma\Delta S_{tr}^0$).

Хотя значения $\Sigma\Delta G_{tr}^0$ для этих перхлоратов довольно близки для соответствующих растворителей, но составляющие энергии Гиббса существенно отличаются (почти в два раза). Сопоставление величин $\Sigma\Delta H_{tr}^0$ и $T\Sigma\Delta S_{tr}^0$ для изученных веществ указывает на то, что только при низких температурах в смесях с $x_2 = 0.1$ изменение величины энергии Гиббса переноса определяется энтальпийной составляющей. С увеличением как содержания ацетона, так и температуры определяющим изменения $\Sigma\Delta G_{tr}^0$ становится энтропийный вклад.

При обсуждении изменений энтальпийной составляющей необходимо учитывать два главных вклада – эндотермический ($\Delta H > 0$), который связан с разрушением связей в растворителе, и экзотермический ($\Delta H < 0$) – вклад, учитывающий ион-молекулярные взаимодействия. Поэтому суммарная величина $\Sigma\Delta H_{tr}^0$ будет зависеть от соотношения экзо- и эндоэффектов при переносе ЦТАП и ЦПП из воды в соответствующие растворители.

В целом $\Sigma\Delta H_{tr}^0$ (ЦТАП) $<$ $\Sigma\Delta H_{tr}^0$ (ЦПП) для изученных систем во всем интервале температур. Но при низких температурах и $x_2 = 0.1$ $\Sigma\Delta H_{tr}^0 < 0$ для ЦТАП и ЦПП, тогда как при $x_2 = 0.3$ для ЦПП $\Sigma\Delta H_{tr}^0 > 0$ при всех температурах, а для ЦТАП $\Sigma\Delta H_{tr}^0 > 0$, начиная с 283.15 К. Такое отличие обусловлено, во-первых, различием в степени сольватации этих веществ, и в частности, катионов $C_{16}H_{33}(CH_3)_3N^+$ и $C_{16}H_{33}NC_5H_5^+$, что связано с их различным строением и локализацией заряда. Считается, что алкильный радикал в ионе *N*-цетилпиридиния экранирует заряд, что ухудшает условия сольватации данного катиона при низких температу-

рах. Во-вторых, следует также учитывать изменения, происходящие в смешанном растворителе под действием ЦТАП или ЦПП. При низких температурах в растворителе с $x_2 = 0.1$ структура воды нарушена введением ацетона, поэтому появление в растворе больших гидрофобных катионов не сопровождается значительным эндотермическим эффектом, а изменения $\Sigma\Delta H_{tr}^{\circ}$ обусловлены экзотермической составляющей энтальпии переноса. При $x_2 = 0.3$ ассоциация между ацетоном и водой проявляется в большей мере, поэтому при растворении ЦТАП и ЦПП эндотермический эффект преобладает над экзотермическим вкладом. Причем в случае ЦПП этот эффект является более значительным.

Повышение температуры приводит не только к разрушению структуры растворителя, но и к усилению теплового движения его молекул, что не способствует сольватации. Таким образом, увеличение $\Sigma\Delta H_{tr}^{\circ}$ с повышением температуры обусловлено ростом эндотермической составляющей. С другой стороны, при толковании экспериментальных фактов не учитывался еще один специфический эффект, который должен проявляться при сольватации гидрофобных частиц – так называемый гидрофобный эффект, который в большей мере является энтропийным. Анализ полученных данных свидетельствует о существенном воздействии этого эффекта на характер изменений термодинамических характеристик.

Под воздействием гидрофобных ионов, особенно таких, как $C_{16}H_{33}(CH_3)_3N^+$ и $C_{16}H_{33}NC_3H_5^+$, гидрофобные взаимодействия с водным компонентом растворителя должны привести к увеличению структурной упорядоченности растворителя, вследствие чего энтропия системы уменьшается ($\Delta S < 0$).

При переносе ионов из воды в смешанный растворитель изменение энтропии имеет отрицательное значение только при низких температурах и при $x_2 = 0.1$, т.е. в смесях с относительно малым содержанием ацетона. При повышении содержания ацетона закономерно $\Sigma\Delta S_{tr}^{\circ} > 0$, как следствие гетеросольватации и ослабления гидрофобного эффекта.

Автор выражает благодарность профессору Н.О. Мчедлову-Петросяну и доценту Е.Н. Глазковой за полезное обсуждение результатов.

Литература

1. Гога С.Т., Мчедлов-Петросян Н.О., Киреев А.А., Ефимов П.В. Глазкова Е.Н. Растворимость и сольватация перхлората N-цетилпиридиния в метаноле, ацетоне, уксусной кислоте и их смесях с водой // Вестник ХНУ. Химия. № 596. -2003. -125-130.
2. Goga S.T., Glazkova E.N., Panchenko V.G., Mchedlov-Petrosyan N.O. Thermodynamics of cetyltrimethylammonium and N-cetylpyridinium perchlorates solubility in water-organic mixtures // International conference "Modern Physical Chemistry for Advanced Materials (MPC'07)". – Kharkiv. –2007. –212-214.
3. Гога С.Т., Панченко В.Г., Глазкова Е.Н., Мчедлов-Петросян Н.О. Электрическая проводимость растворов перхлората цетилтриметиламмония в смесях пропан-2-ол – вода. Ассоциация и транспортные свойства ионов // Вестник ХНУ. Химия. №770. – 2007. – 281-284.
4. Гога С.Т., Глазкова Е.Н., Мчедлов-Петросян Н.О. Термодинамические характеристики растворения и сольватации перхлората цетилтриметиламмония в системе вода-пропан-2-ол // ЖФХ. –Т. 82. –№ 9. –2008. – 1633-1637.
5. Goga S.T., Glazkova E.N., Lebed A.V., Mchedlov-Petrosyan N.O. Thermodynamics of dissolution and solvation of tetra-n-pentylammonium perchlorate in aqueous propan-2-ol // XVII International conference on chemical thermodynamics in Russia. – Kazan. –2009. –411.

6. Goga S.T., Lebed A.V., Mchedlov-Petrosyan N.O. Conductivity and Dissociation Constants of Quaternary Ammonium Perchlorates and Picrates in 4-Methyl-pentan-2-one // J. Chem. Eng. Data –2010. –V. 55. –1887-1892.
7. Гога С.Т. Проводимость и константы ионной ассоциации перхлоратов цетилтри-метиламмония, тетра-*n*-пентиламмония и *N*-цетилпиридиния в ацетоне при 298.15 К // Вестник ХНУ. Химия. №932. – 2010. – 93-95.
8. Балакина Т.Д. Влияние природы противоиона на мицеллообразующую способность катионных ПАВ // Коллоидн. журн. –1985, –Т. 67, –№ 2. –388-391.
9. Hayami Y., Ichikawa H., Someya A., Aratono M., Motomura K. Thermodynamic Study on the Adsorption and Micelle Formation of Long Chain Alkyltrimethylammonium Chlorides // Colloid Polym. Sci. –1998. –V.276. –No. 7, –595-600.
10. Oremusova J., Greksakova O., Peterek K. Thermodynamics of Micellization of Hexadecylpyridinium Bromide in Aqueous and Alcoholic (C₁-C₄) Solutions // Collect. Czech. Chem. Commun. –2000. –V. 65 –No. 9. –1419-1437.
11. Bijma K., Rank E., Engberts J. Effect of Counterion Structure on Micellar Growth of Alkylpyridinium Surfactants in Aqueous Solution // J. Coll. Int. Sci. 1998. –V. 205. –No. 2. –245-256.
12. Strehlow H., Schneider H. On selective solvation of ions in mixed solvents // J. Chim. Phys. Phys.-Chim. Biol. –1966. –V. 66. –118-123.
13. Zaraszewska J. Solwatacia jonow w rozpuszczalnikach mieszanych // Wiad. Chem. –1988. –V. 42. –481-500.
14. Marcus Y. Gibbs Energies of Transfer of Anions from Water to Mixed Aqueous Organic Solvents // Chem. Rev. –2007. –V. 107. –No. 9. –3880-3897.

References

1. Goga S.T., Mchedlov-Petrosyan N.O., Kireev A.A., Efimov P.V., Glazkova E.N. // Vestnik HNU. Himiya. –№ 596. –2003. –125-130.
2. Goga S.T., Glazkova E.N., Panchenko V.G., Mchedlov-Petrosyan N.O. // International conference “Modern Physical Chemistry for Advanced Materials (MPC’07)”. – Kharkiv. –2007. –212-214.
3. Goga S.T., Panchenko V.G., Glazkova E.N., Mchedlov-Petrosyan N.O. // Vestnik HNU. Himiya. –№770. – 2007. – 281-284.
4. Goga S.T., Glazkova E.N., Mchedlov-Petrosyan N.O // JFH. –Т. 82. –№ 9. –2008. –1633-1637.
5. Goga S.T., Glazkova E.N., Lebed A.V., Mchedlov-Petrosyan N.O. // XVII International conference on chemical thermodynamics in Russia. – Kazan. –2009. –411.
6. Goga S.T., Lebed A.V., Mchedlov-Petrosyan N.O. // J. Chem. Eng. Data –2010. –V. 55. –1887-1892.
7. Goga S.T. // Vestnik HNU. Himiya. –№932. –2010. –93-95.
8. Balakina T.D. // Kolloidn. журн. –1985, –Т. 67, –№ 2. –388-391.
9. Hayami Y., Ichikawa H., Someya A., Aratono M., Motomura K. // Colloid Polym. Sci. –1998. –V.276. –No. 7, –595-600.
10. Oremusova J., Greksakova O., Peterek K. // Collect. Czech. Chem. Commun. 2000. –V. 65 –No. 9. –1419-1437.
11. Bijma K., Rank E., Engberts J. // J. Coll. Int. Sci. –1998. –V. 205. –No. 2. –245-256.
12. Strehlow H., Schneider H. // J. Chim. Phys. Phys.-Chim. Biol. –1966. –V. 66. –118-123.
13. Zaraszewska J. // Wiad. Chem. –1988. –V. 42. –481-500.
14. Marcus Y. // Chem. Rev. –2007. –V. 107. –No. 9. –3880-3897.

Поступила в редакцию 25 августа 2011 г.

С. Т. Гога. Термодинамічні характеристики розчинення та переносу перхлоратів цетилтриметиламонію та *N*-цетилпіридинію у сумішах вода – ацетон в інтервалі температур 278.15 – 308.15 К.

Методом ізотермічного насичення з гравіметричним визначенням концентрації насиченого розчину в інтервалі температур 278.15 – 308.15 К визначена розчинність перхлоратів цетилтриметиламонію та *N*-цетилпіридинію у сумішах вода – ацетон (вміст ацетону 0.1 та 0.3 мольних часток). Розраховані величини добутка розчинності, термодинамічні функції розчинення та переносу з води у відповідний розчинник.

Ключові слова: розчинність, добуток розчинності, сольватація, термодинамічні функції переносу, перхлорат цетилтриметиламонію перхлорат *N*-цетилпіридинію, змішаний розчинник, вода, ацетон.

S. T. Goga. Thermodynamic characteristics of the dissolution and transfer of cetyltrimethylammonium and *N*-cetylpyridinium perchlorates in water – acetone mixed solvents at 278.15 – 308.15 K.

The solubility of cetyltrimethylammonium and *N*-cetylpyridinium perchlorates in water – acetone mixtures (molar fraction of acetone 0.1 and 0.3) within the temperature range 278.15 – 308.15 K was determined using the isothermic saturation procedure. The concentration of the saturated solutions was determined gravimetrically. The values of the solubility products, the thermodynamic functions of dissolution and transfer from water to the mixed solvents were calculated.

Key words: solubility, solubility product, solvation, thermodynamic functions of transfer, cetyltrimethylammonium perchlorate, *N*-cetylpyridinium perchlorate, mixed solvent, water, acetone.

Kharkov University Bulletin. 2011. № 976. Chemical Series. Issue 20(43).