

УДК 546.224-31:541.183:547.233

Л. П. Березіна, В. І. Нікітін, Г. П. Сохраненко, Г. В. Самойленко

Одеський національний університет, кафедра неорганічної хімії та хімічної екології,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

## ВПЛИВ ЕТИЛЕНГЛІКОЛЮ І СОРБІТУ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОЛАМІНІВ

Вивчені деякі фізико-хімічні властивості водних розчинів моно-, ді- і триетаноламіну у відсутності і присутності етиленгліколю і сорбіту (густина, динамічна в'язкість, температура замерзання, рН, поверхневий натяг та поглинальна ємність). Встановлено, що досліджувані системи придатні для поглинання оксиду сірки (IV) із відхідних промислових газів, перевага надається системам у присутності етиленгліколю.

**Ключові слова:** етаноламіни, етиленгліколь, сорбіт, водні розчини.

Етаноламіни є ефективними вбирачами кислих газів –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  [1, 2].

Фізико-хімічні властивості розчинів етаноламінів детально описані в [3].

Механізм взаємодії  $\text{SO}_2$  з етаноламінами вивчено мало. В роботі [4] описано визначення складу і стійкості комплексів оксиду сірки (IV) з етаноламінами в неводних і водних розчинах. В роботі [2] висловлено припущення про взаємодію водних розчинів діетаноламіну з  $\text{SO}_2$ .

В наведеній роботі представлені результати досліджень деяких фізико-хімічних властивостей (густина, динамічної в'язкості, температури замерзання, рН, поверхневого натягу, поглинальної ємності етаноламінів в присутності і відсутності багатоатомних спиртів–етиленгліколю (далі ЕГ) і сорбіту (далі СТ).

Для дослідження готували розчини етаноламінів з масовою часткою 5÷30 %. Загальна маса системи становила 100 г. При додаванні багатоатомних спиртів маса системи не змінювалась. Склад досліджуваних систем представлено у таблицях 1-6.

Густину вимірювали пікнометричним методом при температурі 20 °С. Динамічну в'язкість (спз) вимірювали методом кулі, яка падає, у віскозиметрі Гепплера. Температуру замерзання вимірювали як температуру появи першого і зникнення останнього кристалу у пробірці з охолоджувальною сумішшю із гексану і сухого льоду. Поверхневий натяг вимірювали за Ребіндером; рН – на рН-метрі рН-340. Поглинаючу ємність визначали, пропускаючи газуватий оксид сірки (IV) з балону, очищуючи його відповідним чином, через 1 мл розчину до постійної маси.

Результати дослідження фізико-хімічних властивостей систем представлені у табл. 1-6. На основі етаноламінів у відсутності і присутності двоатомного спирту – етиленгліколю представлені в табл. 1-3, а шостиаомного спирту – сорбіту – у табл. 4-6.

Як видно із представлених даних, густина досліджуваних систем відрізняється від густини води, причому відмінність підсилюється із збільшенням масової частки етаноламінів. Введення етиленгліколю (5 г на 100 г розчину) мало змінює густину розчинів.

Додавання сорбіту (3 г на 100 г розчину) теж мало змінює густину розчинів (в присутності етаноламінів розчинність сорбіту стає незначною, тому можна було готувати лише розчини з масовою часткою сорбіту 3 %).

Динамічна в'язкість розчинів зростає зі збільшенням масової частки етаноламіну. Найбільшу в'язкість мають розчини на основі моноетаноламіну (далі МЕА). В'язкість підвищується при додаванні етиленгліколю і сорбіту, але незначно.

Розчини вихідних етаноламінів мають сильно лужну реакцію ( $\text{pH}=9,9-12,34$ ). Введення етиленгліколю і сорбіту змінює  $\text{pH}$ , але в цілому зберігається сильне лужне середовище.

Температури замерзання досліджуваних систем у відсутності етиленгліколю і сорбіту лежать у межах  $-18 \div -21,5$  °C.

Додавання етиленгліколю знижує температуру замерзання до  $-21 \div -25$  °C. Додавання сорбіту мало впливає на температури замерзання розчинів досліджуваних етаноламінів ( $-4 \div -25$  °C). Необхідно відмітити, що найнижчі температури замерзання спостерігаються для систем на основі триетаноламіну.

Поверхневий натяг розчинів в присутності сорбіту з підвищенням масової частки етаноламінів падає. Для більшості розчинів поверхневий натяг менший за поверхневий натяг води, але спостерігаються деякі відхилення, пов'язані імовірно з великою розчинністю у воді досліджуваних етаноламінів.

Поглиняльна ємкість розчинів досить висока, перевищує ємкість етаноламінів, яка обчислена, виходячи із стехіометрії: так, для розчинів етаноламінів ( $\omega=30$  %) молярне співвідношення відповідає 1:1 (МЕА), 1:2 (ДЕА) і 1:3 (ТЕА). Це мабуть пов'язано з тим, що насичення розчинів етаноламінів оксидом сірки (IV), імовірно, відбувається не лише за рахунок хемосорбції, але й фізичного розчинення. Збільшення поглиняльної ємкості систем в присутності етиленгліколю пояснюється додатковим розчиненням 80 % в етиленгліколі.

Поглиняльна ємкість досліджуваних систем в присутності сорбіту вища за поглиняльну ємкість розчинів вихідних етаноламінів, але нижча за поглиняльну ємкість систем в присутності етиленгліколю.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні властивості систем на основі моноетаноламіну  
в присутності етиленгліколю**

| Склад системи |    |                  | Густина, г/см <sup>3</sup> | Температура<br>замерзання, °C | Динамічна<br>в'язкість, сПз | pH    | Поглиняльна<br>ємкість, г/см <sup>3</sup> |
|---------------|----|------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------|-------------------------------------------|
| МЕА           | ЕГ | Н <sub>2</sub> O |                            |                               |                             |       |                                           |
| 1             | 2  | 3                | 4                          | 5                             | 6                           | 7     | 8                                         |
| 5             | -  | 95               | 1,0747                     | -7,0                          | 1,109                       | 10,05 | 0,1384                                    |
| 10            | -  | 90               | 1,0977                     | -8,0                          | 1,153                       | 10,47 | 0,2003                                    |
| 15            | -  | 85               | 1,2503                     | -11,0                         | 1,161                       | 10,77 | 0,2584                                    |
| 20            | -  | 80               | 1,2692                     | -13,5                         | 1,230                       | 10,90 | 0,3092                                    |
| 25            | -  | 75               | 1,2708                     | -16,0                         | 1,592                       | 11,64 | 0,3196                                    |

*Фізико-хімічні властивості етаноламінів*

| 1  | 2 | 3  | 4      | 5     | 6      | 7     | 8      |
|----|---|----|--------|-------|--------|-------|--------|
| 30 | - | 70 | 1,2729 | -18,0 | 1,725  | 12,34 | 0,3806 |
| 5  | 5 | 90 | 1,1374 | -8,0  | 1,0996 | 11,67 | 0,2306 |
| 10 | 5 | 85 | 1,2534 | -10,0 | 1,1641 | 11,89 | 0,2721 |
| 15 | 5 | 80 | 1,2736 | -12,0 | 1,1225 | 12,28 | 0,2986 |
| 20 | 5 | 75 | 1,2810 | -14,5 | 1,3160 | 12,35 | 0,3146 |
| 25 | 5 | 70 | 1,2822 | -19,0 | 1,6710 | 12,42 | 0,3280 |
| 30 | 5 | 65 | 1,3858 | -23,0 | 1,9760 | 12,56 | 0,3945 |

Таблиця 2

**Фізико-хімічні властивості систем на основі діетаноламіну  
в присутності етиленгліколю**

| Склад системи |    |                  | Густина, г/см <sup>3</sup> | Температура<br>замерзання, °С | Динамічна<br>в'язкість, спз | рН    | Поглинальна<br>ємність,<br>г/см <sup>3</sup> |
|---------------|----|------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------|----------------------------------------------|
| ДЕА           | ЕГ | Н <sub>2</sub> О |                            |                               |                             |       |                                              |
| 1             | 2  |                  | 4                          | 5                             | 6                           | 7     | 8                                            |
| 5             | -  | 95               | 1,1339                     | -8,5                          | 0,6116                      | 11,25 | 0,1481                                       |
| 10            | -  | 90               | 1,1473                     | -9,5                          | 0,7265                      | 11,48 | 0,2102                                       |
| 15            | -  | 85               | 1,1756                     | -12,0                         | 0,7790                      | 12,00 | 0,2599                                       |
| 20            | -  | 80               | 1,2723                     | -14,0                         | 0,8592                      | 12,05 | 0,3167                                       |
| 25            | -  | 75               | 1,3047                     | -17,0                         | 0,9976                      | 12,20 | 0,3267                                       |
| 30            | -  | 70               | 1,3153                     | -20,0                         | 1,058                       | 12,30 | 0,3814                                       |
| 5             | 5  | 90               | 1,1846                     | -10,5                         | 0,6852                      | 11,40 | 0,2504                                       |
| 10            | 5  | 85               | 1,2586                     | -12,5                         | 0,7616                      | 12,00 | 0,2981                                       |
| 15            | 5  | 80               | 1,2794                     | -13,0                         | 0,7928                      | 12,05 | 0,3015                                       |
| 20            | 5  | 75               | 1,3175                     | -15,0                         | 0,8813                      | 12,01 | 0,3198                                       |
| 25            | 5  | 70               | 1,3205                     | -20,0                         | 1,1226                      | 12,25 | 0,3802                                       |
| 30            | 5  | 65               | 1,3441                     | -24,0                         | 1,4984                      | 12,35 | 0,4040                                       |

Таблиця 3

**Фізико-хімічні властивості систем на основі триетаноламіну  
в присутності етиленгліколю**

| Склад системи |    |                  | Густина, г/см <sup>3</sup> | Температура<br>замерзання, °С | Динамічна<br>в'язкість, спз | рН    | Поглиняльна<br>ємкість, г/см <sup>3</sup> |
|---------------|----|------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------|-------------------------------------------|
| TEA           | ЕГ | H <sub>2</sub> O |                            |                               |                             |       |                                           |
| 1             | 2  | 3                | 4                          | 5                             | 6                           | 7     | 8                                         |
| 5             | -  | 95               | 1,1783                     | -9,0                          | 0,6887                      | 9,9   | 0,13309                                   |
| 10            | -  | 90               | 1,2494                     | -10,0                         | 0,7602                      | 10,0  | 0,1984                                    |
| 15            | -  | 85               | 1,2754                     | -13,0                         | 0,8519                      | 10,2  | 0,2504                                    |
| 20            | -  | 80               | 1,3027                     | -14,5                         | 1,0436                      | 10,5  | 0,2998                                    |
| 25            | -  | 75               | 1,3256                     | -17,5                         | 1,3079                      | 10,6  | 0,3099                                    |
| 30            | -  | 70               | 1,3468                     | -21,5                         | 1,4691                      | 10,7  | 0,3798                                    |
| 5             | 5  | 90               | 1,1896                     | -12,0                         | 0,8091                      | 9,95  | 0,2212                                    |
| 10            | 5  | 85               | 1,2568                     | -13,5                         | 0,9177                      | 10,4  | 0,2820                                    |
| 15            | 5  | 80               | 1,2875                     | -14,0                         | 0,9773                      | 10,45 | 0,2985                                    |
| 20            | 5  | 75               | 1,3138                     | -16,0                         | 1,0594                      | 10,70 | 0,3046                                    |
| 25            | 5  | 70               | 1,3304                     | -21,0                         | 1,4773                      | 10,75 | 0,3270                                    |
| 30            | 5  | 65               | 1,3505                     | -25,0                         | 1,8279                      | 10,85 | 0,3841                                    |

Таблиця 4

**Фізико-хімічні властивості систем на основі моноетаноламіну  
в присутності сорбіту**

| Склад системи |    |                  | Густина, г/см <sup>3</sup> | Температура<br>замерзання, °С | рН    | Поглиняльна<br>ємкість, г/см <sup>3</sup> | Динамічна<br>в'язкість, спз | Поверхневий<br>натяг, дін/см |
|---------------|----|------------------|----------------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| MEA           | СТ | H <sub>2</sub> O |                            |                               |       |                                           |                             |                              |
| 5             | 3  | 92               | 1,004                      | -6,0                          | 11,46 | 0,1846                                    | 1,131                       | 82                           |
| 10            | 3  | 87               | 1,009                      | -9,0                          | 11,74 | 0,2868                                    | 1,181                       | 77                           |
| 15            | 3  | 82               | 1,011                      | -11,0                         | 11,96 | 0,2948                                    | 1,244                       | 74                           |
| 20            | 3  | 77               | 1,014                      | -14,0                         | 12,04 | 0,3010                                    | 1,325                       | 69                           |
| 25            | 3  | 72               | 1,017                      | -17,0                         | 12,14 | 0,3228                                    | 1,653                       | 61                           |
| 30            | 3  | 67               | 1,021                      | -19,0                         | 12,21 | 0,3907                                    | 1,842                       | 58                           |

Таблиця 5

**Фізико-хімічні властивості систем на основі діетаноламіну  
в присутності сорбіту**

| Склад системи |    |                  | Густина, г/см <sup>3</sup> | Температура<br>замерзання, °С | рН    | Поглиняльна<br>ємкість, г/см <sup>3</sup> | Динамічна<br>в'язкість, спз | Поверхневий<br>натяг, дін/см |
|---------------|----|------------------|----------------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| ДЕА           | СТ | Н <sub>2</sub> О |                            |                               |       |                                           |                             |                              |
| 1             | 2  | 3                | 4                          | 5                             | 6     | 7                                         | 8                           | 9                            |
| 5             | 3  | 92               | 1,006                      | -4,0                          | 10,42 | 0,1935                                    | 0,6472                      | 78                           |
| 10            | 3  | 87               | 1,015                      | -6,0                          | 10,45 | 0,2478                                    | 0,7312                      | 71                           |
| 15            | 3  | 82               | 1,024                      | -9,0                          | 10,48 | 0,2713                                    | 0,7730                      | 65                           |
| 20            | 3  | 77               | 1,029                      | -11,5                         | 10,50 | 0,3190                                    | 0,8417                      | 60                           |
| 25            | 3  | 72               | 1,036                      | -13,0                         | 10,52 | 0,3426                                    | 1,094                       | 58                           |
| 30            | 3  | 67               | 1,036                      | -14,0                         | 10,54 | 0,3924                                    | 0,278                       | 55                           |

Таблиця 6

**Фізико-хімічні властивості систем на основі триетаноламіну  
в присутності сорбіту**

| Склад системи |    |                  | Густина, г/см <sup>3</sup> | Температура<br>замерзання, °С | рН    | Поглиняльна<br>ємкість, г/см <sup>3</sup> | Динамічна<br>в'язкість, спз | Поверхневий<br>натяг, дін/см |
|---------------|----|------------------|----------------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| ТЕА           | СТ | Н <sub>2</sub> О |                            |                               |       |                                           |                             |                              |
| 5             | 3  | 92               | 1,009                      | -4,0                          | 10,29 | 0,2113                                    | 1,1012                      | 76                           |
| 10            | 3  | 87               | 1,015                      | -5,0                          | 10,32 | 0,2687                                    | 1,1567                      | 74                           |
| 15            | 3  | 82               | 1,021                      | -7,0                          | 10,57 | 0,2803                                    | 1,2411                      | 69                           |
| 20            | 3  | 77               | 1,029                      | -9,0                          | 10,61 | 0,3001                                    | 1,3282                      | 67                           |
| 25            | 3  | 72               | 1,034                      | -11,0                         | 10,70 | 0,3119                                    | 1,4514                      | 65                           |
| 30            | 3  | 67               | 1,039                      | -13,0                         | 10,79 | 0,3817                                    | 0,6418                      | 61                           |

## Література

1. Очистка технологических газов/Под. ред. Семеновой Т. А., Лейтес И. Л. М.: Химия, 1977. — 488 с.
2. Яворский В. Т., Барт Э. С., Мацык Л. В. и др. Исследование процесса адсорбции диоксида серы водными растворами диэтанолamina. Деп. УкрНИИТИ № 211-УК-85 Деп. 11 с.
3. Лейбуш Л. П., Шорин Е. Д. Ж. прикл. химии. 20, 1, 69-76 (1947).
4. Березина Л. П., Нікітін В. І., Сохраненко Г. П. Вісник Од. держ. ун-ту (природничі науки) 2, 16-18, (1998).

**Березина Л. П., Никитин В. И., Сохраненко Г. П., Самойленко Г. В.**

Одесский национальный университет, кафедра неорганической химии и химической экологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

**ВЛИЯНИЕ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ И СОРБИТА  
НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭТАНОЛАМИНОВ**

**Резюме**

Изучены некоторые физико-химические особенности водных растворов моно-, ди- и триэтаноламина в отсутствии и присутствии этиленгликоля и сорбита (густота, динамическая вязкость, температура замерзания, pH, поверхностное натяжение и поглощающая емкость). Установлено, что исследуемые системы пригодны для поглощения оксида серы (IV) из исходных промышленных газов, преимущество предоставляется системам в присутствии этиленгликоля.

**Ключевые слова:** этаноламин, этиленгликоль, сорбит, водные растворы.

**Berezina L.P., Nikitin V.I., Sokhranenko G.P., Samoylenko G.V.**

Odessa National University, Department of Inorganic Chemistry and Chemical Ecology, Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

**INFLUENCING OF ETHYLENE GLYCOL AND SORBITOL ON  
PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF ETHANOLAMINES**

**Summary**

Some physicochemical properties of aqueous solutions mono-, di- and triethanolamine in absence and at the presence of ethylene glycol and sorbitol (density, dynamic viscosity, freezing temperature, pH, surface tension and absorption capacitance) was investigated. Was established, that the investigated systems are suitable for absorption of oxide of sulfur (IV) from removing artificial gas, advantage return to systems at the presence of ethylene glycol.

**Keywords:** ethanolamines, ethylene glycol, sorbitol, aqueous solutions.