

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет хімії та фармації
Кафедра аналітичної хімії

Дипломна робота

на здобуття ступеня вищої освіти бакалавра

на тему: «**Кислотно-основні властивості систем**

“оксид сульфуру(IV) – етаноламіни – тропеолін ООО – вода”»

«Acid-base properties of the “sulfur dioxide – ethanolamine – tropeoline OOO – water” systems»

Виконала: студентка денної форми навчання

напряму підготовки 6.040101 Хімія

Бугова Єлизавета Юріївна

Керівник: к. х. н., доц. Хома Р. Є. _____
(підпис)

Рецензент: д. х. н., доц. Рахлицька О. М.

Рекомендовано до захисту:
протокол засідання кафедри
№ 6 від 14 червня 2019 р.

Захищено на засіданні екзаменаційної комісії №__

протокол № ____ від « ____ » _____ 2019 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою, за шкалою ECTS, бал)

Завідувач кафедри

_____ к. х. н., доц. Чеботарьов О. М.
(підпис)

Голова екзаменаційної комісії

_____ д. х. н., проф. Ішков Ю.В.
(підпис)

Одеса – 2019

Реферат

Дипломна робота виконана на кафедрі аналітичної хімії Одеського національного університету імені І.І. Мечникова і присвячена дослідженню кислотно-основних властивостей систем “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода”. Робота є частиною та логічним продовженням наукових досліджень, що проводяться за важливішою тематикою кафедри “Обґрунтування вибору методів концентрування, розділення та визначення мікрокількостей речовин з близькими фізико-хімічними властивостями” та є частиною проведених в Фізико-хімічному інституті захисту навколишнього середовища і людини (ФХІЗНСІЛ) МОН України та НАН України систематичних досліджень з уловлювання та утилізації кислих газів. Робота виконана в рамках договору про науково-технічне співробітництво між ОНУ імені І.І. Мечникова і ФХІЗНСІЛ у відділі № 3 “Теоретичних основ уловлювання кислих і основних газів” інституту.

Мета роботи: встановлення особливостей кислотно-основної поведінки систем “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода”.

Здійснено рН-метричне, спектрофотометричне та кольорометричне дослідження кислотно-основних властивостей систем “хлоридна (перхлоратна, сульфатна) кислота – моноетаноламін – тропеолін ООО – вода” та “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода”.

Можлива область застосування: хімічний аналіз, охорона навколишнього середовища.

Ключові слова: кислотно-основні рівноваги, оксид сульфуру(IV), тропеолін ООО, етаноламіни, водні розчини.

Кваліфікаційна робота складається з: 53 стор. машинописного тексту, 29 рис., 3 табл., 58 використаних джерел літератури.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Кисотно-основні рівноваги в системах “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – вода”	7
1.2. Використання азобарвників у хімічному аналізі.....	16
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	20
2.1. Об’єкти дослідження	20
2.2. Методики проведення експерименту	20
2.3. Дослідження спектрофотометричних та кольорометричних характеристик досліджуваних систем.....	21
2.4. Кольорометричні розрахунки	21
2.5. Результати та їх обговорення	24
2.5.1. Система “моноетаноламін – тропеолін ООО – вода”	24
2.5.2. Системи “хлоридна (перхлоратна, сульфатна) кислота – моноетаноламін – тропеолін ООО – вода”	28
2.5.3. Системи “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода”	34
ВИСНОВКИ	46
ЛІТЕРАТУРА	47

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

Скорочення	Назва
Am	амін
DEA	діетаноламін
DEMEA	N,N-діетилмоноетаноламін
DMMEA	N,N-диметилмоноетаноламін
EDA	етилендіамін
HMTA	гексаметилентетрамін
MDEA	N-метилдіетаноламін
MEA	моноетаноламін
Mf	морфолін
MMEA	N-метилмоноетаноламін
PEPA	поліетиленполіамін
SCD	питома колірна відмінність
TEA	триетаноламін
TRIS	трис(гідроксиметил)амінометан
TrOOO	Тропеолін OOO
ΔE_{76}	повна колірна відмінність
MB	межа визначення
MЗБЛБ	межі виконання закону Бугера-Ламберта-Бера

ВСТУП

Актуальність теми. Раніше з метою розробки теоретичних основ створення хемосорбентів кислих газів (зокрема, SO_2) детально досліджені процеси взаємодії оксиду сульфуру (IV) з водними розчинами етаноламінів з застосуванням електрохімічних методів (рН-, редокс- і кондуктометрія) [1-5]: визначено склад і будова сполук, що утворюються, проведена оцінка їхньої відносної стійкості; виділені та охарактеризовані різними фізико-хімічними методами індивідуальні продукти взаємодії; досить докладно описані рідинна та газо-рідинна рівноваги [6-10].

Співробітниками ФХІЗНСІЛ розроблені хемосорбенти кислих газів (зокрема, SO_2) респіраторного призначення з індикацією “спрацьовування” динамічної поглинальної ємності [11-15], одержані шляхом просочування волокнистих носіїв водними розчинами N-вмісних органічних основ (зокрема, етаноламінів), до складу яких додавались кислотно-основні індикатори з інтервалом переходу забарвлення у межах рН 5,0 – 9,2. Раніше співробітниками кафедри аналітичної хімії ОНУ імені І.І. Мечникова вивчена поведінка кислотно-основних індикаторів методами спектрофотометрії та кольорометрії [16-20]. Методом кольорометрії проведено оціночне дослідження кислотно-основної рівноваги в системах “ $\text{SO}_2 - \text{Am} - \text{TrOOO} - \text{H}_2\text{O}$ ” (Am – моноетаноламін (МЕА), поліетиленполіамін і гексаметилентетрамін (НМТА)).

Тому більш детальне дослідження кислотно-основних властивостей систем “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода” за допомогою методів рН-метрії, спектрофотометрії та кольорометрії є, безумовно, актуальним завданням.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи було встановлення особливостей кислотно-основної поведінки систем “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода”. Для реалізації вказаної мети було необхідно вирішити наступні завдання:

- провести рН-метричне, спектрофотометричне та кольорометричне дослідження взаємодії в системах “моноетаноламін – тропеолін ООО – вода”;

- провести рН-метричне, спектрофотометричне та кольориметричне дослідження взаємодії в системах “хлоридна (перхлоратна, сульфатна) кислота – моноетаноламін – тропеолін ООО – вода”
- провести рН-метричне, спектрофотометричне та кольориметричне дослідження взаємодії в системах “оксид сульфуру (IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода”
- зробити порівняльну оцінку поведінки кольориметричних та спектрофотометричних характеристик систем “SO₂ – Am – TrOOO – H₂O” із системами “HCl (HClO₄, H₂SO₄) – Am – TrOOO – H₂O”.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше для систем “оксид сульфуру (IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода” експериментально встановлено спектрофотометричні та кольориметричні характеристики.

ВИСНОВКИ

На основі даних рН-метрії, спектрофотометрії та кольориметрії встановлено особливості кислотно-основної поведінки систем “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – тропеолін ООО – вода”.

1. Виявлено вплив природи етаноламіну на спектрофотометричні та кольориметричні характеристики системи “оксид сульфуру(IV) – тропеолін ООО – вода”.
2. Встановлено, що тропеолін ООО зворотно реагує з компонентами реакційного середовища “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – вода”.
3. Отримані спектрофотометричні та кольориметричні дані підтверджують і доповнюють наявну інформацію щодо хімізму взаємодії в системах “оксид сульфуру(IV) – амін – вода”.
4. Тропеолін ООО при взаємодії з компонентами систем “оксид сульфуру(IV) – етаноламін – вода”, очевидно, утворює іонні асоціати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хома Р.Е., Шестака А.А., Гельмбольдт В.О. *Состав и относительная устойчивость продуктов взаимодействия оксида серы (IV) с водными растворами этаноламинов*. Питання хімії та хімічн. технолог. 2009. № 5. С. 86-89.
2. Хома Р.Е., Шестака А.А., Гельмбольдт В.О. *Взаимодействие оксида серы (VI) с водными растворами моноэтаноламина*. Вісник ОНУ. Хімія. 2010. Т. 15, № 12. С. 34-44.
3. Хома Р.Е., Шестака А.А., Эннан А.А., Гельмбольдт В.О. *О составе продуктов взаимодействия оксида серы (IV) с водными растворами этаноламинов*. Вісник ОНУ. Хімія. 2011. Т. 16, № 5. С. 105-113.
4. Хома Р.Е., Шестака А.А., Гельмбольдт В.О. *О взаимодействии оксида серы (IV) с водными растворами этаноламинов*. Журн. прикл. химии. 2012. Т. 85, № 11. С. 1656-1665. DOI: 10.1134/S1070427212110067
5. Хома Р.Е. *Состав и относительная устойчивость продуктов взаимодействия оксида серы (IV) с водными растворами морфолина и N-алкилированных производных моноэтаноламина*. Питання хімії та хімічн. технолог. 2015. № 5. С. 42-46.
6. Хома Р.Е., Гельмбольдт В.О., Короева Л.В., Эннан А.А., Мазепа А.В., Брусилковский Ю.Э. *Спектральные характеристики продуктов взаимодействия оксида серы (IV) с водными растворами этаноламинов*. Питання хімії та хімічн. технолог. 2012. № 1. С. 133-136.
7. Хома Р.Е., Эннан А.А., Мазепа А.В., Гельмбольдт В.О. *Спектральные характеристики продуктов взаимодействия оксида серы (IV) с водными растворами N-алкилированных производных моноэтаноламина*. Питання хімії та хімічн. технолог. 2013. № 1. С. 136-138.
8. Хома Р.Е., Эннан А.А., Гельмбольдт В.О., Шишкин О.В., Баумер В.Н. *Синтез, кристаллическая структура, колебательные спектры и термохимические превращения сульфата трис(оксиметил)аминометана*. Журн. неорг. химии. 2014. Т. 59, № 1. С. 60-65. DOI: 10.1134/S0036023614010069

9. Хома Р.Е., Гельмбольдт В.О., Шишкин О.В, Баумер В.Н., Пузан А.Н., Эннан А.А., Ракипов И.М. *Синтез и строение моногидрата сульфита N-(гидроксиэтил)этилендиаммония*. Журн. неорг. химии. 2014. Т. 59, № 6. С. 716-719. DOI: 10.1134/S0036023614060096
10. Хома Р.Е., Длубовский Р.М., Гельмбольдт В.О. *Хемосорбция диоксида серы водными растворами этаноламинов в статических условиях*. Журн. общей химии. 2016. Т. 86, № 8. С. 1271-1279. DOI: 10.1134/S1070363216080065
11. Патент України на корисну модель UA 94660, МПК В01D 39/00 *Склад для просочування фільтруючого матеріалу*. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.Н., Наумчак В.А. № u201405985; заявл. 02.06.2014; опубл. 25.11.2014, Бюл. № 22.
12. Патент України на винахід UA 112848, МПК В01D 39/00 *Склад для просочування фільтруючого матеріалу*. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М., Березовська Т.І. № a201305812; заявл. 07.05.2013; опубл. 10.11.2016, Бюл. № 21
13. Патент України на корисну модель UA 119094, МПК С09К 21/10, В01D 39/00, D06M 11/00 *Склад для просочування фільтруючого матеріалу*. Еннан А.А.-А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М. № u201703108; заявл. 03.04.2017; опубл. 11.09.2017, Бюл. № 21.
14. Патент України на корисну модель UA 119763, МПК В01D 39/00, С09К 21/00, D06M 11/00, D06M 13/00 *Склад для просочування фільтруючого матеріалу*. Еннан А.А., Хома Р.Є., Длубовський Р.М., Абрамова Н.М. № u201703119; заявл. 03.04.2017; опубл. 10.10.2017, Бюл. № 19.
15. Патент України на корисну модель № 133560, МПК В01D 39/00 *Склад для просочування фільтруючого матеріалу*. Еннан А.А., Хома Р.Є., Захаренко Ю.С., Абрамова Н.М. № u201811398; заявл. 19.11.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. № 7.
16. Snigur D.V., Chebotarev A.N., Bevziuk K.V. *A tristimulus colorimetric study of the acid–base properties of 6,7-dihydroxybenzopyrylium chlorides in solutions*. Moscow Univ. Chem. Bull. 2017. Vol .58, N 4. P. 187-191.

17. Чеботарёв А.Н., Снигур Д.В., Бевзюк Е.В. *К вопросу о возможностях цветометрии в исследовании кислотно-основных равновесий красителей в растворах.* Методы и объекты хим. анализа. 2017. Т. 12, № 2. С. 76-84.
18. Чеботарёв А.Н., Снигур Д.В., Бевзюк Е.В., Пацай И.О. *О возможностях цветометрии и спектрофотометрии в исследовании протолитических равновесий 2,3,7-триоксифлуоронов.* Укр. хим. журн. 2017. Т. 83, № 5. С. 63–70.
19. Снигур Д.В. *Застосування кольорометричних функцій в дослідженні кислотно-основних рівноваг у розчинах органічних сполук.* Дис. ... канд. хім. наук. Ужгород, 2017. 140 с.
20. Snigur D.V., Chebotarev A.N., Bevziuk K.V. *Acid–Base Properties of Azo Dyes in Solution Studied Using Spectrophotometry and Colorimetry.* J. Appl. Spectrosc. 2018. Vol. 85, N 1. P. 21-26. DOI: 10.1007/s10812-018-0605-9
21. Kamps Á. P.-S., Meyer E., Ermatchkov V., Maurer G. *Enthalpy of dilution of (SO_2+H_2O) and ($SO_2+NH_3+H_2O$) in pure water: experimental results and modeling.* Fluid Phase Equilibria. 2005. Vol. 230, N 1-2. P. 153-169. DOI: 10.1016/j.fluid.2004.12.008
22. Романенко С.А. *Компонентный состав водных растворов оксида серы (IV):* Дис. ... канд. хим. наук. Ленинград, 1986. 138 с.
23. Baggio S. *The crystal structure of ammonium pyrosulphite.* Acta Crystallogr. 1971. Vol. B27, N 3. P. 517-522. DOI: 10.1107/s0567740871002486
24. Horner D.A., Connick R.E. *Equilibrium quotient for the isomerization of bisulfite ion from HSO_3^- to SO_3H .* Inorg. Chem. 1986. Vol. 25. N 14. P. 2414–2417. DOI: 10.1021/ic00234a026
25. Хома Р.Е., Гавриленко М.И. *Анионные комплексы – продукты взаимодействия в системах “ SO_2 – карбамид (ацетамид) – H_2O ”.* Журн. общ. химии. 2010. Т. 80, № 5. С. 729-734.
26. Травина О.А., Козлов Ю.Н., Пурмаль А.П., Травин С.О. *Автоокисление сульфита в щелочных средах.* Кинетика и катализ. 1997. Т. 38. № 2. С. 242-246.
27. Хома Р.Е., Шестака А.А., Сохраненко Г.П., Гавриленко М.И., Гельмбольдт В.О. *Комплексообразование оксида серы (IV) с гексаметилентетрамином и гексаме-*

тилендиамином в воде. Журн. прикл. химии. 2011. Т. 84, № 1. С. 18-24. DOI: 10.1134/S1070427211010034

28. Жебентяев А.И., Ёршик В.М. *Применение кислотных красителей для фотометрического определения веществ основного характера. Вестник фармации. 2004. № 4. С. 65–82.*
29. Антал И.П. *Обзор спектрофотометрических методик определения триптанов в фармацевтических препаратах и субстанциях. Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія. 2013. № 2. С. 3-11.*
30. Шеряков А.А., Жебентяев А.И. *Сравнительное экстракционно-фотометрическое исследование ассоциатов димедрола с азокрасителями. Фармация. 1997. №3. С. 27-29.*
31. Волкова Н.О. *Экстракционно-фотометрическое определение тиодипина в таблетках. Фармация. 1972. № 5. С. 83.*
32. Боковикова Т.Н., Стронова И.А., Суранова А.В. *Экстракционно-фотометрическое определение количественного содержания фентанила в 0,005% растворе для инъекций. Фармация. 1991. № 2. С. 37-39.*
33. Жебентяев А.И., Ёршик В.М. *Химико-аналитические характеристики ассоциатов верапамила с азореагентами. Весці НАН Беларусі сер. Хім. навук. 2004. № 4. С. 20-23.*
34. Болотов В.В., Айчеу Берихе Аухане. *Екстракційно-фотометричне визначення дезоксипеганіу гідрохлориду. Фармацевтичний журнал. 1991. № 3. С. 80-81.*
35. Prabhakar A.H., Patel V.B., Giridhar R. *Spectrophotometric determination of fluoxetine hydrochloride in bulk and in pharmaceutical formulations. J. Pharm. Biomed. Anal. 1999. Vol. 20, N 3. P. 427-432.*
36. Abdel-Chani N.T., Shoukry A.F., Issa Y.M., Wahdan O.A. *Spectrophotometric determination of meclozine HCl and papaverine HCl in their pharmaceutical formulations. J. Pharm. Biomed. Anal. 2002. Vol. 28. P. 373-378.*
37. Алехина М.И., Никитина Т.Н., Шорманов В.К. *Экстракционно-фотометрическое определение пиридостигмина бромиды в виде метаболита в модельных смесях. Вестник ВолгГМУ. 2017. № 3. С. 23-25.*

38. Белугин К.В., Савенко Д.А. *Экстракционно-фотометрическое определение кодеина*. Молодежь и наука: Сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2013. <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/section041.html>
39. Ёршик В.М., Ёршик О.А., Пивовар МЛ. *Сравнительное исследование ионных ассоциатов амиодарона с кислотными красителями*. Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации: Материалы 61-й науч. сес. ун-та, 21-22 марта 2006 г. Витебск: ВГМУ, 2006. С. 65-68.
40. Ёршик В.М., Жебентяев А.И. *Сравнительное исследование ионных ассоциатов антиаритмических лекарственных веществ с кислотными красителями*. Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации: Материалы 62-й науч. сес. ун-та, 22-23 марта 2007 г. Витебск: ВГМУ, 2007. С. 71-74.
41. Тираспольская С.Г., Назарова Л.Е., Скибина В.В. *Анализ лекарственных форм, содержащих сульфаниламидные препараты и димедрол*. Фармация. 1984. № 1. С. 67-69.
42. Северина А.И., Яворьский М.П., Курша Н.В. *Екстракційно-фотометричне визначення димедролу і ефедрину гідрохлориду в лікарських формах за допомогою кислотних азобарвників*. Фармацевтичний журнал. 1973. № 4. С. 47-53.
43. Issopoulou P.B., Pavlou-Zervou E. *Application of ion pair complexes of some acid-base indicators in pharmaceutical analysis. I. Spectrophotometric microdetermination of 1-hyoscine butyl bromide by its ion pair complex with methyl orange*. Farmaco. 1994. Vol. 49, N 3. P. 205-210.
44. Vachek J. *Photometric determination of diaveridine in presence of sulphadimidine*. Cesk. Farm. 1985. Vol. 34, N 9. P. 367-369.
45. Беликов В.Г., Карпенко В.А., Степанюк С.Н. *Экстракционно-фотометрическое определение тронафена в присутствии продуктов гидролиза*. Фармация. 1984. № 4. С. 40-43.
46. Vachek J., Svatek E. *Determination of dironyl and its decomposition product in the substance and in dosage forms*. Cesk. Farm. 1984. Vol. 33, N 1. P. 10-12.

47. Мирзаева Х.А., Ахмедова М.С., Рамазанов А.Ш., Ахмедов С.А. *Экстракционно-фотометрическое определение димедрола и папаверина в лекарственных формах*. Журнал аналит. химии. 2004. Т. 59, № 3. С. 245-249.
48. Сидорова Е.Ф., Кудымов Г.Л. *Применение кислотного хром темно-синего для экстракционно-фотометрического определения димедрола и папаверина гидрохлорида*. Фармация. 1975. № 1. С. 46-50.
49. Мамина Е.А., Болотов В.В., Бондарь В.С. *Использование азокрасителя на основе теофилидина для химико-токсикологического анализа димедрола, промедола, фентанила, циклодола*. Хим. - фарм. журнал. 2002. Т. 36, № 5. С. 46-49.
50. Евтушенко Ю.М., Иванов В.М., Зайцев Б.Е. *Фотометрическое определение октадециламина метиловым оранжевым*. Журнал аналит. химии. 2002. Т. 57, № 1. С. 12-15.
51. He Q., Chen H. *Flow injection spectrophotometric determination of anionic surfactants using methyl orange as chromogenic reagent*. Fresenius J. Anal. Chem. 2000. Vol. 367. P. 270-274.
52. Бейтс Р. *Определение pH: Теория и практика*. Л.: Химия, 1972. 398 с.
53. Никитин В.И., Хома Р.Е., Гавриленко М.И. *Потенциометрическое исследование процесса сорбции диоксида серы водным раствором карбамида*. Изв. ВУЗов. Химия и хим. технол. 2000. Т. 43, № 2. С. 14–16.
54. Хома Р.Е., Шестака А.А., Сохраненко Г.П., Гавриленко М.И., Гельмбольдт В.О. *Комплексообразование оксида серы (IV) с гексаметилентетрамином и гексаметилендиамином в воде*. Журн. прикл. химии. 2011. Т. 84, № 1. С. 18-24. DOI: 10.1134/S1070427211010034
55. Иванов В.М., Кузнецова О.В. *Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы*. Успехи химии. 2001. Т. 70, № 5. С. 411-428.
56. Домасев М.В., Гнатюк С.П. *Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения*. Санкт-Петербург: Питер, 2009. 224 с.
57. Хома Р.Е., Гельмбольдт В.О., Эннан А.А., Баумер В.Н., Пузан А.Н., Кокшарова Т.В., Мазепа А.В. *Ониевые соли серусодержащих оксианионов – продукты взаимодействия оксида серы(IV) с водными растворами 1,2-диаминов и морфолина*.

Журн. неорг. химии. 2017. Т. 62, № 6. С. 751–760. DOI: 10.1134/S0036023617060109

58. Хома Р., Бугова Є., Длубовський Р., Еннан А. *Кисотно-основна взаємодія у системах оксид сульфуру(IV) – амін – тропеолін ООО – вода*. Тези допов. Всеукраїнська наукова конференція з міжнародною участю. “Аналітична хімія - методи та інструменти” Ужгород. 15-17 травня 2019. С. 80.