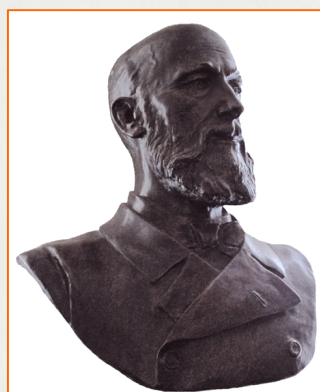
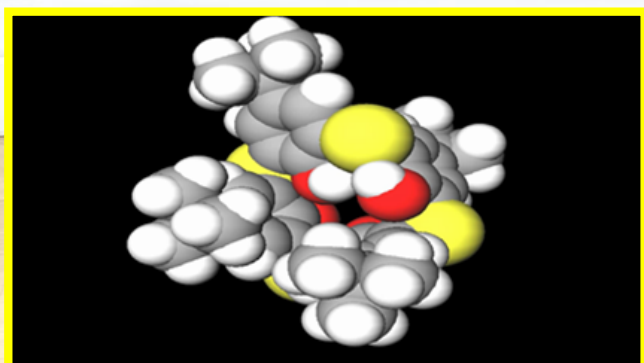


# Бутлеровские сообщения

№4, том 46. 2016



ISSN 2074-0212



ISSN 2074-0948

*International Edition in English:  
Butlerov Communications*



*Юридическим учредителем журнала “Бутлеровские сообщения” является  
ООО “Инновационно-издательский дом “Бутлеровское наследие”*

Журнал является официальным печатным органом Научного фонда им. А.М. Бутлерова (НФБ), которому также делегировано право юридически представлять интересы журнала.

Организационно в журнале существует институт соучредительства, в рамках которого с соучредителем подписывается Договор или Соглашение о научно-техническом, инновационном и научном издательском сотрудничестве.

**В 2016 году соучредителями журнала являются:**

1. Бурятский государственный университет,
2. Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности,
3. Ивановский государственный университет,
4. Кемеровский государственный университет,
5. Общественная организация Республиканское химическое общество им. Д.И. Менделеева Татарстана,
6. Отделение “Физико-химическая биология и инновации” Российской академии естественных наук,
7. Пермская государственная фармацевтическая академия,
8. Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
9. Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина,
10. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
11. Самарский государственный технический университет,
12. Самарский государственный университет,
13. Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия,
14. Саратовский государственный университет,
15. Национальный исследовательский Томский государственный университет,
16. Национальный исследовательский Томский политехнический университет
17. Тульский государственный университет,
18. Федеральное казенное предприятие “НИИ химических продуктов” (г. Казань),
19. Челябинский государственный университет,
20. Отдел информатизации Центра новых информационных технологий Казанского национального исследовательского технологического университета (осуществляет активное содействие функционированию и изданию журнала).

Главный редактор: Самуилов Яков Дмитриевич

Исполнительный редактор: Курдюков Александр Иванович

**Адрес редакции:**

*Ул. Бондаренко, 33-44. г. Казань, 420066. Республика Татарстан. Россия.*

**Контактная информация:**

Сот. тел.: 8 917 891 262268

Электронная почта: [butlerov@mail.ru](mailto:butlerov@mail.ru) или [journal.bc@gmail.ru](mailto:journal.bc@gmail.ru)

Интернет: <http://butlerov.com/>

*Свободная цена.*

*Тираж – менее 1100 шт.*

*Тираж отпечатан 30 июня 2016 г.*

## Моно- и полиядерные гетеролигандные комплексонаты кобальта(II) в присутствии β-гидрокси-α-аминопропионовой кислоты

© Корнев\* Виктор Иванович, Алабдулла<sup>+</sup> Гусун Файди,

Кропачева Татьяна Николаевна и Батуева<sup>+</sup> Екатерина Викторовна

Кафедра фундаментальной и прикладной химии. Удмуртский государственный университет.

Ул. Университетская, 1. г. Ижевск, 426034. Удмуртская Республика. Россия.

Тел.: (3412) 916-434. E-mail: nah@uni.udm.ru

\*Ведущий направление; <sup>+</sup>Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** комплекс, лиганд, кобальт(II), ЭДТА, серин, константа устойчивости, структура комплексов.

### Аннотация

Спектрофотометрическим и рН-метрическим методами исследованы равновесия в системах, содержащих ионы кобальта(II), а также этилендиаминтетрауксусную и β-гидрокси-α-аминопропионовую (серин) кислоты. Определены стехиометрия образующихся комплексов, интервалы рН их существования, рассчитаны константы устойчивости, установлены доли накопления комплексонатов в зависимости от концентрации лигандов и кислотности среды. Экспериментальные данные обработаны с помощью математических моделей, которые позволили установить наличие в растворе комплексных частиц общего состава  $[\text{ComSer}n\text{Edta}]^{2m-n-4r}$  ( $m = 1-3$ ,  $n = 0-6$ ,  $r = 0-1$ ). Представлены возможные структуры образующихся комплексов.

### Введение

Известно, что при избытке ионов металлов молекула этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА,  $\text{H}_4\text{Edta}$ ) может образовывать двухъядерные комплексы, а в присутствии дополнительных двухдентатных лигандов обнаруживаются полиядерные комплексонаты. При этом ЭДТА выступает в роли как хелатирующего, так и мостикового лиганда. Состав и устойчивость полиядерных комплексов зависят от природы металла и дополнительного хелатирующего реагента. В работах [1-5] были изучены полиядерные комплексы:  $[\text{M}_2\text{En}_2\text{Edta}]$ ,  $[\text{M}_2\text{En}_4\text{Edta}]$ ,  $[(\text{MGly})_2\text{Edta}]^{4-}$ ,  $[(\text{MOx})_2\text{Edta}]^{8-}$  и другие с участием металлов  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ , а в качестве дополнительных лигандов выступали  $\text{Ox}^{2-}$ ,  $\text{HGly}$ ,  $\text{En}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  и прочее. Исследования проводились классическими методами, а протолитические равновесия не изучались. Проведенные нами в развитие этой тематики спектрофотометрические исследования системы  $\text{Ni(II)}-\text{ЭДТА}$ -вторичный лиганд (аминокислоты, диаминоэтан, НТА, ИДА, ГЭИДА и другие) позволили установить состав, константы устойчивости и оптимальные условия образования двух-, трех- и четырехъядерных гетеролигандных комплексонатов состава  $[(\text{NiL})_2\text{Edta}]$ ,  $[(\text{NiL}_2)_2\text{Edta}]$ ,  $[(\text{NiL}_2)_3\text{Edta}]$ ,  $[(\text{NiL}_2)_4\text{Edta}]$  [6-8].

Следует отметить, что некоторые полиядерные соединения, например,  $[(\text{NiEn})_2\text{Edta}]$ ,  $[(\text{ZnEn})_2\text{Edta}]$ ,  $[(\text{CuEn})_2\text{Edta}]$ ,  $[(\text{NiEnGly})_4\text{Edta}]$  и другие, оказались хорошими отвердителями эпоксидных смол с заданной реакционной способностью, зависящей от природы металла и строения комплексов [9]. Представляет дальнейший интерес исследование взаимодействия нескольких катионов при образовании полиядерных гетеролигандных комплексонатов ЭДТА, а также выяснение роли вторичного лиганда в стабилизации таких комплексов. В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение комплексообразования в системах  $\text{Co(II)}-\text{HSer}-\text{ЭДТА}$  (в сопоставлении с ранее изученными системами  $\text{Ni(II)}-\text{HSer}-\text{ЭДТА}$  [10-11]). Полученные результаты позволяют установить черты сходства и различия при образовании полиядерных комплексонатов двухзарядных катионов 3d-металлов.

### Экспериментальная часть

Исследования проводили при комнатной температуре  $20 \pm 2$  °С методом спектрофотометрического титрования на спектрофотометре *СФ-2000* ( $\lambda = 300-900$  нм) с использованием приставки с проточной кюветой с кварцевыми стеклами и толщиной поглощающего слоя 1 см, позволяющей одновременно определять величину рН и оптическую плотность раствора. Кислотность растворов измеряли на иономере *И-160МИ*. Требуемое значение рН растворов и постоянство ионной силы ( $I = 0.2$ ) создавали растворами NaOH, HClO<sub>4</sub> и NaClO<sub>4</sub> марки «ч.д.а.». Растворы соли металла, ЭДТА и серина готовили растворением препаратов марки «х.ч.» в воде, концентрацию ионов Co<sup>2+</sup> в растворе определяли комплексонометрическим титрованием стандартным раствором ЭДТА по общепринятым методикам. Математическую обработку проводили с помощью программы НурСпес [12].

### Результаты и их обсуждение

Моделирование равновесий в исследуемых системах проводили путем анализа ЭСП и кривых  $A = f(\text{pH})$ . Программа НурСпес [12] позволяет рассчитывать константы устойчивости образующихся комплексов и их спектральные характеристики для выбранной модели комплексообразования. Вопрос о целесообразности учета той или иной комплексной формы металла решался, минимизируя критерий Фишера, учитывающий расхождения между экспериментальными и расчетными значениями оптических плотностей для каждого компонента системы. При расчетах использовались фиксированные литературные значения констант мономерного гидролиза кобальта(II)  $\text{pK}_{1r} = 10.21$ ,  $\text{pK}_{2r} = 20.99$ ,  $\text{pK}_{3r} = 32.89$  [13], констант диссоциации ЭДТА  $\text{pK}_4 = 10.21$ ,  $\text{pK}_3 = 6.20$ ,  $\text{pK}_2 = 2.77$ ,  $\text{pK}_1 = 2.02$  [14] и серина  $\text{pK}_1 = 2.26$ ,  $\text{pK}_2 = 9.14$  [15]. В ходе расчетов рассматривалось несколько моделей, состоящих из различных наборов частиц, включающих катион Co<sup>2+</sup>, ЭДТА, серин, а также моноядерные комплексы  $[\text{CoH}_i\text{Edta}]^{i-2}$  ( $i = 0-3$ ),  $[\text{CoSer}_i]^{2-i}$  ( $i = 1-3$ ), гетеролигандные комплексы  $[\text{CoSerEdta}]^{3-}$ , полиядерные комплексы  $[(\text{CoSer})_2\text{Edta}]^{2-}$ ,  $[(\text{CoSer})_i\text{Edta}]^{4-i}$  ( $i = 2, 3$ ) и гидроксокомплексы  $[\text{Co}(\text{OH})_2\text{Ser}_2]^{2-}$ ,  $[(\text{CoSerOH})_3\text{Edta}]^{4-}$ .

Математическая обработка ЭСП и кривых  $A = f(\text{pH})$  для двойных система Co(II)–ЭДТА и Co(II)–HSer показала, что в исследуемых системах образуются средние и кислые комплексоны, а также средние моно-, бис- и трис-комплексы кобальта(II) с серином (таблица). Сопоставление полученных значений с данными для комплексов никеля(II), установленных в идентичных условиях, показывает, что, как и в случае многих других лигандов, комплексы Co(II) менее устойчивы, чем соответствующие комплексы Ni(II).

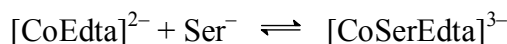
**Таблица.** Константы устойчивости комплексов Co<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> с серином и ЭДТА

Комплекс	$\lg\beta$	
	Co <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup> [10, 11]
$[\text{MEdta}]^{2-}$	16.31±0.06	18.61±0.05
$[\text{MHEdta}]^-$	18.96±0.02	21.60±0.10
$[\text{MSer}]^+$	4.42±0.18	5.34±0.06
$[\text{MSer}_2]$	8.35±0.10	10.13±0.11
$[\text{MSer}_3]^-$	10.89±0.10	13.40±0.12
$[\text{M}(\text{OH})_2\text{Ser}_2]^{2-}$	14.23±0.11	16,14±0.18
$[\text{MSerEdta}]^{3-}$	18.99±0.02	21,86±0.04
$[(\text{MSer})_2\text{Edta}]^{2-}$	31.75±0.07	35,49±0.10
$[(\text{MSerOH})_2\text{Edta}]^{4-}$	42.42±0.06	43.69±0.13
$[(\text{MSer})_2\text{Edta}]^{4-}$	37.40±0.01	40.85±0.08
$[(\text{MSer})_3\text{Edta}]^{4-}$	48.38±0.03	55,02±0.09
$[(\text{MSerOH})_3\text{Edta}]^{4-}$	56.39±0.10	58.68±0.11

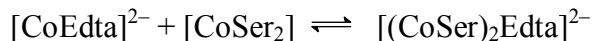
Состав комплексов в тройных системах Co(II)–HSer–ЭДТА зависит не только от рН, но и от концентрационных соотношений. При соотношении компонентов 1:1:1 в системе Co(II)–HSer–ЭДТА в сильнокислой среде образуется комплекс состава  $[\text{CoHEdta}]^-$  с максимальной долей накопления  $\alpha = 90\%$  при рН = 2.0. При увеличении рН кислый комплекс переходит в средний, стопроцентное содержание которого наблюдается при рН = 5.0. Дальнейшее увеличение рН приводит к резкому понижению содержания комплексоната и образованию

МОНО- И ПОЛИЯДЕРНЫЕ ГЕТЕРОЛИГАНДНЫЕ КОМПЛЕКСОНАТЫ КОБАЛЬТА(II)... \_\_\_\_\_ 65-70  
гетеролигандного комплекса  $[\text{CoSerEdta}]^{3-}$ , максимальная доля накопления которого составляет 87% при  $\text{pH} > 10$ . В этом же интервале  $\text{pH}$  содержится 13% этилендиаминтетраацетата кобальта(II).

Процесс образования комплекса  $[\text{CoSerEdta}]^{3-}$  протекает по схеме:

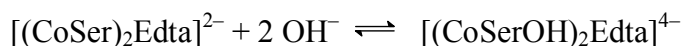


При двукратном избытке соли кобальта(II) и серина по отношению к ЭДТА в кислой среде ( $\text{pH} < 5.0$ ) формируются моноядерные комплексы. Повышение  $\text{pH}$  способствует образованию биядерного гетеролигандного комплекса по уравнению:

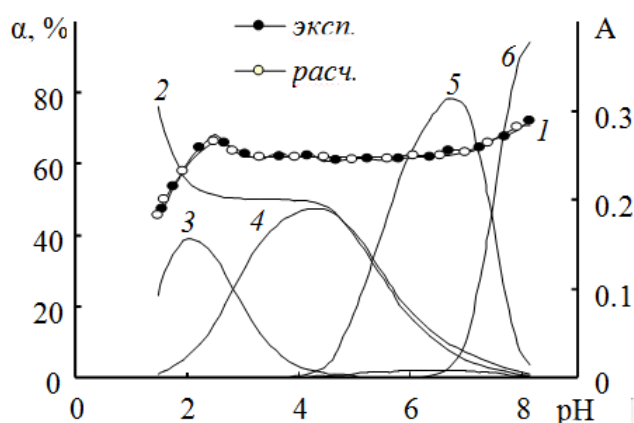
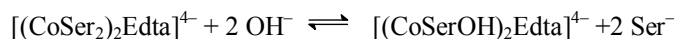


Данный комплекс существует в широком интервале значений  $\text{pH}$  (от 4.0 до 8.0). Максимальное содержание этого комплекса, равное  $\approx 80\%$  обнаруживается при  $\text{pH} = 6.0$  (рис. 1). Октаэдрические сферы металлов в биядерном комплексе связаны между собой диаминоэтановым мостиком ЭДТА. В каждой из координационных сфер кобальта(II) молекула серина занимает *транс*-положение к одной из глициновых групп комплексона, находящихся в экваториальном положении. Вторая метилкарбоксыльная группа занимает аксиальное положение. Свободная орбиталь каждого из ионов кобальта(II) занята молекулой воды.

В сильнощелочной среде ( $\text{pH} > 6.8$ ) биядерный комплексонат кобальта(II) превращается в гидроксокомплекс по схеме:



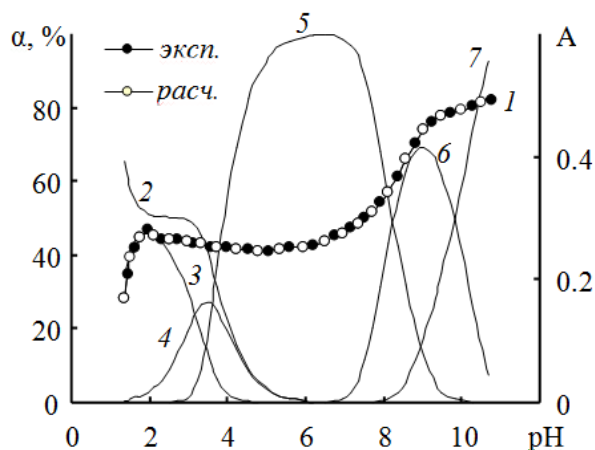
При соотношении компонентов в системе  $\text{Co(II)}-\text{HSer}-\text{ЭДТА}$  равном 2:4:1 в интервале  $1.0 < \text{pH} < 4.0$  в растворе в основном формируются моноядерные комплексонаты кобальта(II). Кроме того при  $\text{pH} \approx 2$  в растворе содержится 50% незакомплексованных гидратированных ионов кобальта(II). В области  $3.0 < \text{pH} < 10.0$  образуются биядерные комплексы состава  $[(\text{CoSer})_2\text{Edta}]^{2-}$  и  $[(\text{CoSer}_2)_2\text{Edta}]^{2-}$ . При  $\text{pH} > 8.0$  последний присоединяет две гидроксогруппы по уравнению:



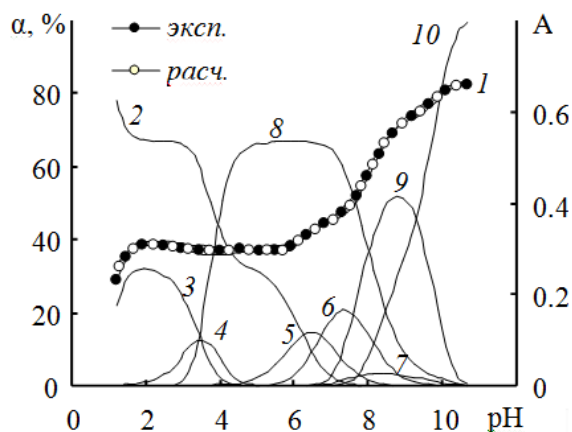
**Рис. 1.** Зависимость долей накопления комплексов и оптической плотности от  $\text{pH}$  среды для системы  $\text{Co(II)}-\text{HSer}-\text{ЭДТА}$  в соотношении 2:2:1: кривые  $A = f(\text{pH})$  (1),  $\text{Co}^{+2}$  (2),  $[\text{CoHEdta}]^{-}$  (3),  $[\text{CoEdta}]^{2-}$  (4),  $[(\text{CoSer})_2\text{Edta}]^{2-}$  (5),  $[(\text{CoSerOH})_2\text{Edta}]^{4-}$  (6),  $C_{\text{Co}^{+2}} = 2.5 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>,  $\lambda = 490$  нм

Образование биядерного гетеролигандного гидроксокомплекса происходит в результате вытеснения двух анионов серина (рис. 2).

Анализ ЭСП раствора, содержащего соль кобальта(II), серин и ЭДТА в соотношении 3:6:1 показал, что в данной системе обнаруживается гипсохромный сдвиг d-d-полосы поглощения. Математическое моделирование равновесий в системе производили путем обработки ЭСП, снятых для различных значений  $\text{pH}$ , а также кривых  $A = f(\text{pH})$  (рис. 3).



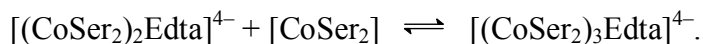
**Рис. 2.** Зависимость долей накопления комплексов и оптической плотности от pH для системы Co(II)–HSer–ЭДТА в соотношении 2:4:1: кривые  $A = f(\text{pH})$  (1),  $\text{Co}^{2+}$  (2),  $[\text{CoHEDta}]^-$  (3),  $[\text{CoEdta}]^{2-}$  (4),  $[(\text{CoSer})_2\text{Edta}]^{2-}$  (5),  $[(\text{CoSer}_2)_2\text{Edta}]^{4-}$  (6),  $[(\text{CoSerOH})_2\text{Edta}]^{4-}$  (7),  $C_{\text{Co}^{+2}} = 2.5 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>,  $\lambda = 490$  нм



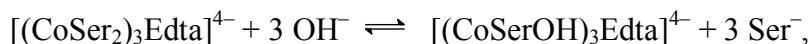
**Рис. 3.** Зависимость долей накопления комплексов и оптической плотности от pH в системы Co(II)–HSer–ЭДТА в соотношении 3:6:1:  $A = f(\text{pH})$  (1),  $\text{Co}^{2+}$  (2),  $[\text{CoHEDta}]^-$  (3),  $[\text{CoEdta}]^{2-}$  (4),  $[\text{CoSer}]^+$  (5),  $[\text{CoSer}_2]$  (6),  $[\text{CoSer}_3]^-$  (7),  $[(\text{CoSer})_2\text{Edta}]^{2-}$  (8),  $[(\text{CoSer}_2)_3\text{Edta}]^{4-}$  (9),  $[(\text{CoSerOH})_2\text{Edta}]^{4-}$  (10),  $C_{\text{Co}^{+2}} = 1.25 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>,  $\lambda = 490$  нм

Расчеты показывают, что при соотношении реагентов 3:6:1 в широком интервале pH образуются моноядерные комплексы с незначительной долей накопления, а также один двухъядерный комплекс состава  $[(\text{CoSer})_2\text{Edta}]^{2-}$  ( $\alpha = 68\%$  при  $2.0 < \text{pH} < 10.0$ ) и один трехъядерный  $[(\text{CoSer}_2)_3\text{Edta}]^{4-}$ .

Учитывая многоступенчатость процесса образования полиядерных комплексов, можно предположить, что при избытке серина вначале образуется биядерный комплекс, а затем этот комплекс участвует в формировании трехъядерного гетеролигандного комплекса по уравнению:



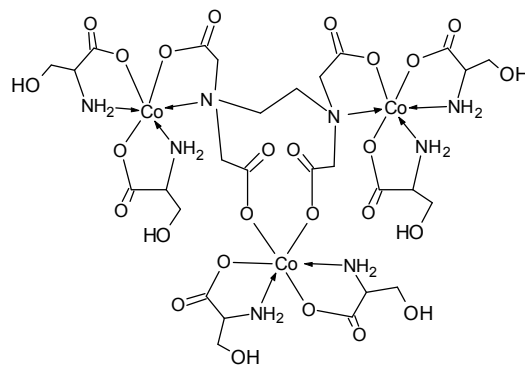
Доля накопления комплексов  $[(\text{CoSer}_2)_3\text{Edta}]^{4-}$  достигает 50% при  $\text{pH} = 8.3$ . При  $\text{pH} > 7.0$  этот комплекс превращается в гидроксокомплекс по схеме:



максимальная доля накопления ( $\alpha = 100\%$ ) которого наблюдается в сильнощелочной среде при  $\text{pH} > 10.0$ .

Координационные сферы двух ионов кобальта(II) в трехъядерном комплексе связаны между собой диаминоэтановым мостиком комплексона, за счет двух атомов азота и двух карбоксильных групп ЭДТА.

Третий ион металла присоединяется к комплексу за счет двух ковалентных связей карбоксилатных групп ЭДТА. Октаэдрические сферы всех ионов металлов содержат по две молекулы серина. Однако в работе [5] было показано, что в спектрах поглощения не наблюдается различия в двух типах сфер никеля. Авторы предполагают, что донорные атомы двух типов сфер металла либо создают поле лигандов близкой силы, либо за счет мостиковых карбоксилатных групп центральные ионы оказывают влияние на соседей, приводящее к неразличимости связей. Схематическое строение молекулы комплекса  $[(\text{CoSer}_2)_3\text{Edta}]^{4-}$  имеет следующий вид:



## Заключение

Таким образом, результаты работы показывают, что при избытке катионов  $\text{Co}^{2+}$  по отношению к ЭДТА и только в присутствии дополнительного лиганда (серина) в растворе образуются полиядерные гетеролигандные комплексы различного состава. Особенностью серина в отличие от других аналогичных аминокислот является то, что в щелочной среде он с соединениями  $\text{Co}^{2+}$  образует моно- и полиядерные гидроксокомплексы. Во всех установленных комплексах ЭДТА выступает как структурообразующий три- или бидентатный (по отношению к  $\text{Co}^{2+}$ ) лиганд. Дальнейшее насыщение координационной емкости катиона происходит за счет низкодентатных лигандов, в частности серина.

Присоединение аниона серина к координационно-насыщенному катиону  $\text{Co}^{2+}$  в комплексе  $[\text{CoEdta}]^{2-}$  происходит в результате размыкания металлохелатных циклов с участием ЭДТА. Вероятнее всего при образовании полиядерных комплексов происходит разрушение одного или двух глициновых циклов ЭДТА, а их формирование возможно только за счет насыщения свободных электронных пар донорных атомов вторичного лиганда, который координируется центральным атомом.

Состав полиядерных комплексов зависит не только от концентрационных соотношений компонентов, но и от кислотности среды. Найденные нами константы устойчивости моно- и полиядерных комплексов для  $\text{Co}^{2+}$  хорошо согласуются с соответствующими константами устойчивости для  $\text{Ni}^{2+}$ .

## Выводы

1. Методом математического моделирования на базе спектрофотометрических данных изучены протолитические и координационные равновесия в тройной системе, содержащей ионы кобальта(II), ЭДТА и серин. Установлено, что состав комплексов, образующихся в данной системе, зависит не только от кислотности среды, но и от концентрационных соотношений компонентов.
2. При различных концентрациях компонентов в кислых средах образуются в основном только комплексы кобальта(II) с ЭДТА ( $[\text{CoHEdta}]^-$ ,  $[\text{CoEdta}]^{2-}$ ). В нейтральной и щелочной средах формируются полиядерные комплексы состава:  $[\text{CoSerEdta}]^{3-}$ ,  $[(\text{CoSer})_2\text{Edta}]^{2-}$ ,  $[(\text{CoSerOH})_2\text{Edta}]^{4-}$ ,  $[(\text{CoSer}_2)_2\text{Edta}]^{4-}$ ,  $[(\text{CoSer}_2)_3\text{Edta}]^{4-}$ ,  $[(\text{CoSerOH})_3\text{Edta}]^{4-}$ . Установлены области значений pH их существования. Представлены возможные структуры и модели комплексов. Рассчитаны константы равновесия реакций и константы устойчивости найденных комплексов.

## Литература

- [1] Барханова Н.Н., Фридман А.Я., Дятлова Н.М. Образование смешанных соединений переходных металлов с этилендиамином и этилендиаминтетрауксусной кислотой. *Журн. неорг. химии*. **1972**. Т.17. №11. С.2982-2988.
- [2] Барханова Н.Н., Дятлова Н.М., Фридман А.Я. Образование смешанных соединений переходных металлов с этилендиамином и этилендиаминтетрауксусной кислотой. *Журн. неорг. химии*. **1973**. Т.18. №6. С.1489-1494.

- [3] Барханова Н.Н., Фридман А.Я., Дятлова Н.М. Одно- и двухядерные соединения этилендиаминтетраацетатов никеля, кобальта и меди с ионами глицина и оксалата в растворе. *Журн. неорг. химии*. 1973. Т. 18. №2. С.432-435.
- [4] Фридман А.Я., Барханова Н.Н., Вшивцева О.Е. Образование смешанных двухядерных соединений кадмия с этилендиаминтетрауксусной кислотой и с этилендиамином, глицином и оксалатом в растворе. *Журн. неорг. химии*. 1974. Т.19. №7. С.1741-1745.
- [5] Фридман А.Я., Барханова Н.Н., Вшивцева О.Е. Образование смешанных полиядерных комплексных соединений никеля(II) и меди(II) с этилендиаминтетраацетат-ионом и бидентатными лигандами в растворе. *Журн. неорг. химии*. 1981. Т.26. №7. С.1792-1799.
- [6] Корнев В.И., Булдакова Н.С. Протолитические и координационные равновесия в водных растворах солей никеля(II), этилендиаминтетрауксусной кислоты и диаминоэтана. *Химическая физика и мезоскопия*. 2012. Т.14. №2. С.285-291.
- [7] Корнев В.И., Булдакова Н.С., Кропачева Т.Н. Моно- и биядерные этилендиаминтетраацетаты никеля(II) в водных растворах аминокислот. *Химическая физика и мезоскопия*. 2014. Т.16. №2. С.289-294.
- [8] Корнев В.И., Булдакова Н.С., Дидик М.В. Полиядерные гетеролигандные комплексонаты никеля(II) в водных растворах 2,2'-дипиридила. *Журн. неорг. химии*. 2014. Т.59. №6. С.808-813.
- [9] Барханова Н.Н., Фридман А.Я., Дятлова Н.М. Исследование влияния действия эпокси групп с координационными лигандами смешанных полиядерных соединений металлов с комплексонами и аминами. *Тез. докл. XIII Всесоюз. Чугаевск. совещ. по хим. комплексн. соед.* М. 1978. С.24.
- [10] Булдакова Н.С., Корнев В.И. Моделирование комплексообразования никеля(II) с аминокислотами в водных растворах. *Вестн. Удмурт. ун-та. Физика. Химия*. 2013. №1. С.35-41.
- [11] Корнев В.И., Булдакова Н.С. Полиядерные комплексонаты никеля(II) в водных растворах β-гидрокси-α-аминопропионовой кислоты. *Бутлеровские сообщения*. 2013. Т.34. №6. С.98-104.
- [12] P. Gans, A. Sabatini, A. Vacca. Investigation of equilibria in solution. Determination of equilibrium constants with the Hyperquad suite of programs. *Talanta*. 1996. Vol.43. No.10. P.1739-1753.
- [13] S. Ziemniak, M. Goyette, K. Combs. Cobalt(II) oxide solubility and phase stability in alkaline media at elevated temperatures. *J. Solution Chem.* 1999. Vol.28. No.7. P.809-836.
- [14] Гридчин С.Н., Кочергина Л.А., Пырзу Д.Ф., Шматко Ю.М. Константы устойчивости алкилендиаминтетраацетатов марганца(II). *Коорд. химия*. 2004. Т.30. №11. С.830-834.
- [15] A. El-Sherif. Mixed-ligand complexes of 2-(aminomethyl)benzimidazole palladium(II) with various biologically relevant ligands. *J. Solution. Chem.* 2006. Vol.35. No.9. P.1287-1301.

In the English version of this article, the Reference Object Identifier – ROI: jbc-02/16-46-4-65

## Mono- and polynuclear heteroligand complexonates of cobalt(II) in the presence of β-hydroxy-α-aminopropionic acid

© Viktor I. Kornev,\* Ghusoon Faidhu Alabdullah,<sup>+</sup>  
Tatiana N. Kropacheva, and Ekaterina V. Batueva<sup>+</sup>

Departments of Fundamental and Applied Chemistry. Udmurt State University. Universitetskaya St., 1. Izhevsk, 426034. Udmurt Republic. Russia. Phone: +7 (3412) 91-64-34. E-mail: nah@uni.udm.ru

\*Supervising author; <sup>+</sup>Corresponding author

**Keywords:** complex, ligand, cobalt(II), EDTA, serine, stability constant, structure of the complexes.

### Abstract

Equilibria studies in the systems containing cobalt(II) ion, ethylenediaminetetraacetic and β-hydroxy-α-aminopropionic (serine) acids were performed with spectrophotometric and pH-metric methods. The stoichiometry of the complexes formed, their pH ranges of existence, stability constants and accumulation fraction were calculated depending on the concentration of ligands and acidity of solution. Experimental data were processed using mathematical models which allowed to establish the presence in the solution of complex particles of general composition [ComSernEdtar]<sup>2m-n-4r</sup> (m = 1-3, n = 0-6, r = 0-1). Presents the possible structures of the complexes formed.