

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 4, Number 424 (2017), 19 – 25

UDC 541.64:546.56:678.746.523

**D.N. Akbayeva\***, **G.A. Seilkhanova\***, **B.S. Bakirova\***, **Zh.Zh. Kenzhalina\***,  
**M.V. Tomkovich\*\***, **V.V. Sokolov\*\***, **A.K. Borangazyeva\*\*\***

\*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty;

\*\*Ioffe Institute RAS, St. Petersburg, Russia;

\*\*\*D.V. Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry, Almaty

E-mail: [dnakbayeva@inbox.ru](mailto:dnakbayeva@inbox.ru)

## PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE COMPLEX ON THE BASIS OF COPPER(II) CHLORIDE AND POLYVINYLPIRROLIDONE

**Abstract.** The structure of a polymermetallic complex on the basis of copper(II) chloride- polyvinylpyrrolidone has been established by potentiometric and conductometric methods. Using the obtained experimental data on determination of a complex structure the curves titration has been constructed and the optimum molar ratios of the reacting components  $k$  ( $k=[Cu^{2+}]/[PVP]$ ) were found which equal to 0,30-0,35. The obtained data confirm the formation of a polymeric complex of copper in which the coordination number of metal equal three. The coordination saturation of metal ion in this complex is realized through of solvent molecules or anions of copper salts. By X-ray phase electronic microscopy the elemental structure of complex was investigated and relative contents of various elements in it was obtained. Structure and morphology of obtained copper(II) chloride-polyvinylpyrrolidone complex were studied by IR-spectroscopy and scanning electronic microscopy (SEM). It was found that oxygen atoms of polymeric ligands take part in formation of a coordination bond with a metal ion. Results of electronic microscopy indicate on polymeric films (complex) formation with porous non-uniform amorphous structure. On the basis of experimental and literary data the scheme of formation of a complex  $[Cu(PVP)_3Cl_2]$  was suggested.

**Key words:** polyvinylpyrrolidone, copper, complex formation, composition, morphology, scheme of formation.

УДК 541.64:546.56:678.746.523

**Д.Н. Акбаева\***, **Г.А. Сейлханова\***, **Б.С. Бәкірова\***, **Ж.Ж. Кенжалина\***,  
**М.В. Томкович\*\***, **В.В. Соколов\*\***, **А.К. Борангазиева\*\*\***

\*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы;

\*\*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия;

\*\*\*Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы

E-mail: [dnakbayeva@inbox.ru](mailto:dnakbayeva@inbox.ru)

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ХЛОРИДА МЕДИ(II) И ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА

**Аннотация.** Состав полимерметаллического комплекса на основе хлорида меди (II)-поливинилпирролидона был установлен потенциометрическим и кондуктометрическим методами. По полученным экспериментальным данным по определению состава комплекса были построены кривые титрования и найдены оптимальные мольные соотношения реагирующих компонентов  $k$  ( $k=[Cu^{2+}]/[ПВП]$ ) равные 0,30-0,35. Полученные данные свидетельствуют об образовании полимерного комплекса меди, в которых реализуется

координационное число металла равное трем. Координационная насыщенность металла-комплексобразователя в этом комплексе осуществляется за счет молекул растворителя или анионов солей меди. Методом РФЭС исследован элементный состав комплекса и получено относительное содержание в нём различных элементов. Методами ИК-спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) исследованы строение и морфология синтезированного комплекса хлорид меди(II)-поливинилпирролидон. Установлено, что атомы кислорода полимерных лигандов принимают участие в образовании координационной связи с ионом металла-комплексобразователя. Результаты электронной микроскопии указывают на образование полимерных плёнок (комплекса) с пористой неоднородной аморфной структурой. На основании результатов проведённых исследований с учётом литературных сведений предложена схема образования комплекса  $[\text{Cu}(\text{ПВП})_3\text{Cl}_2]$ .

**Ключевые слова:** поливинилпирролидон, медь, комплексобразование, состав, морфология, схема образования.

В последнее время отмечено использование комплексов металл-поливинилпирролидон (ПВП) в катализе окислительного карбонилирования метанола монооксидом углерода в присутствии комплекса  $\text{CuCl}_2$ -ПВП [1], в синтезе медных нанотрубок [2,3], поликонденсации глутаровой кислоты и гликолей с образованием полиэфирных олигомеров [4], и селективном гидрировании мета- и пара-хлорбензолов в присутствии коллоидной платины, стабилизированной ПВП [5]. Гомогенные медные катализаторы на основе  $\text{CuCl}_2$  обладают высокой активностью и селективностью благодаря взаимодействию металл-лиганд [6-9]. В свою очередь поли(*N*-винил-2-пирролидон) применяется в качестве лиганда в высокоэффективных каталитических системах в реакции окислительного карбонилирования амина или фенола до соответствующих эфиров [10-12].

В настоящей работе представлены результаты по установлению закономерностей и природы взаимодействия в водных растворах хлорида меди(II) с ПВП рядом физико-химических методов (элементный анализ, РФЭС, ИК-спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия, кондуктометрия, потенциометрия). Установлено строение комплекса  $\text{CuCl}_2$ -ПВП. Поскольку ПВП является широко распространённым полимером, что позволяет рассчитывать на реальную практическую значимость данных поликомплексов.

### Экспериментальная часть

Объектами исследования в работе были следующие соединения: хлорид меди(II)  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , поливинилпирролидон (молекулярная масса 40000, компании AppliChem, Германия).

Процессы комплексобразования ионов меди(II) с ПВП исследованы потенциометрическим и кондуктометрическим методами [13]. Потенциометрические исследования проводили в термостатированных условиях на иономере рХ-150МИ с использованием хлорсеребряного и стеклянного электродов. Точность измерения рН 0,02 единицы рН. Кондуктометрические исследования проводили на приборе ConductivityMeter 13701/93 (фирма «PHYWE») в термостатированных условиях. Полимерные комплексы были получены методом смешения водных растворов хлорида меди(II) с полимерными объектами при определенном их соотношении [14]. ИК-спектры ПВП и комплекса  $\text{Cu}(\text{II})$ -ПВП снимали на приборе FT IR-4100 типа А JASCO в диапазоне 4000-450  $\text{cm}^{-1}$  в Техническом университете г. Кайзерслаутерн (ТУК, Германия). Микроструктура и элементный состав образцов были исследованы с помощью методов сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и энергодисперсионного микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) на сканирующем электронном микроскопе Quanta 200, оснащённом микрозондовой приставкой EDAX в Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе РАН (г. Санкт-Петербург).

Комплекс  $\text{CuCl}_2$ -ПВП готовили путем смешения водных растворов  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  с ПВП при оптимальном мольном соотношении 1:3. Полученную смесь перемешивали на магнитной мешалке в течение 10-20 минут. Полученный комплекс сушили и хранили на воздухе при комнатной температуре. Выход: 96,8 %.

### Результаты и их обсуждение

Результаты элементного анализа и некоторые спектральные характеристики полученного комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Элементный состав комплекса поливинилпирролидон-хлорид Cu(II) и относительное содержание в нём различных элементов по данным РФЭС

Комплекс	Элементный состав, мас. % (найдено/вычислено)			Относительное содержание, ат. %				
	C	H	N	C	N	O	Cl	Cu
CuCl <sub>2</sub> -ПВП	24,19/46,2	4,62/5,77	4,61/8,98	57,72	6,63	12,87	14,13	8,13

Исследования реакции взаимодействия поливинилпирролидона с ионами Cu<sup>2+</sup> проведены потенциометрическим и кондуктометрическими методами, которые позволили установить состав образующегося комплекса [15]. Высокая склонность к комплексообразованию, отсутствие токсичности, хорошая растворимость в различных растворителях, включая высокую растворимость в водных средах, обеспечивает ПВП широкое применение в текстильной, пищевой, фармацевтической промышленности, в медицине и многих других областях [16].

Состав комплекса ПВП-CuCl<sub>2</sub> был установлен методами потенциометрического и кондуктометрического титрования. На рисунках 1 и 2 представлены кривые потенциометрического и кондуктометрического титрования ПВП хлоридом меди(II) CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O. Смешение водных растворов полимеров с растворами солей, как видно из рисунков 1 и 2, сопровождается понижением pH среды, что объясняется выделением протонов гидроксильных групп протонированного ПВП в ходе комплексообразования. Из кривых титрования найдены оптимальные молярные соотношения реагирующих компонентов k ( $k=[Cu^{2+}]/[ПВП]$ ).

Экспериментальные данные свидетельствуют об образовании полимерметаллических комплексов с оптимальным молярным соотношением компонентов  $k=[Cu^{2+}]/[ПВП]=0,30-0,35$ . Это означает, что на три составных моновзвеса поливинилпирролидона приходится один ион металла-комплексообразователя.

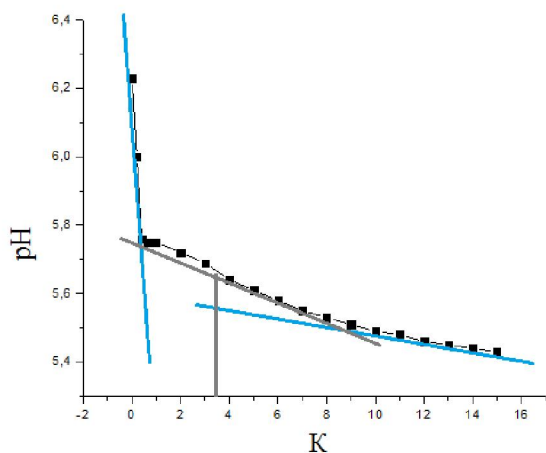


Рисунок 1 - Кривая потенциометрического титрования ПВП хлоридом меди,  $k = [Cu^{2+}]/[ПВП]$  (где  $K = k \cdot 10^1$ )

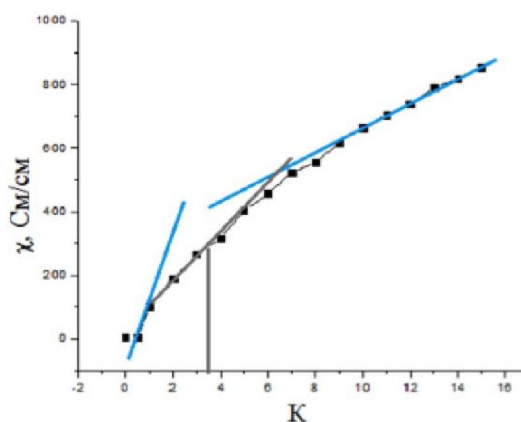


Рисунок 2 - Кривая кондуктометрического титрования ПВП раствором хлорида меди,  $k = [Cu^{2+}]/[ПВП]$  (где  $K = k \cdot 10^1$ )

Полученные данные свидетельствуют об образовании полимерных комплексов меди, в которых реализуется координационное число металла равное трем. Координационная насыщенность металла-комплексообразователя, вероятно, осуществляется за счет молекул растворителя или анионов солей меди. С целью подтверждения состава образующихся комплексов ПВП-Cu<sup>2+</sup> исследована зависимость удельной электропроводности от соотношения исходных компонентов систем (рисунок 2). Рост электропроводности обусловлен выделившимися ионами H<sup>+</sup> в ходе реакции между ПВП с ионами меди. Как видно из рисунка 2, электропроводность растворов с увеличением молярного содержания ионов металлов проходит через точку перегиба при соотношениях ПВП-Cu<sup>2+</sup>=3:1.

Проведенные в работе кондуктометрические исследования указывают на то, что процесс комплексообразования сопровождается увеличением электропроводности систем. В процессе

комплексообразования полимерного лиганда ПВП происходит уменьшение его гидродинамических размеров (хелатный эффект), выделение протонов, что подтверждается результатами эксперимента. Согласно литературным и экспериментальным данным, можно предположить, что в исследуемой системе ПВП–Cu<sup>2+</sup> образуются комплексы состава [ПВП]:[Cu<sup>2+</sup>]=3:1 (рисунок 2).

Природа модифицирующего эффекта ПВП на ионы Cu(II) и возможная молекулярная структура комплексов ПВП–CuCl<sub>2</sub> была изучена с помощью ИК-спектроскопии (рисунки 3 и 4). Как видно из ИК-спектров, пик, характерный для связи С=О в ПВП становится ассиметричным после добавления комплексов CuCl<sub>2</sub>, что свидетельствует о сильном взаимодействии между ПВП и Cu(II) в комплексах ПВП–CuCl<sub>2</sub>. ИК-спектры ПВП и комплекса ПВП–CuCl<sub>2</sub> содержат полосы при 3437 см<sup>-1</sup>, характерные для ПВП. Карбонильная группа в ПВП характеризуется пиком при 1643 см<sup>-1</sup>, уширенным из-за связи С=N в лактамном кольце. Эта полоса сдвигается до 1614 см<sup>-1</sup> в комплексе ПВП–CuCl<sub>2</sub>. Различие в ИК-спектрах ПВП и комплексов ПВП–CuCl<sub>2</sub> наблюдаются благодаря сильному донорно-акцепторному взаимодействию между атомом О в полимерном лиганде ПВП и ионами Cu(II) [17-19].

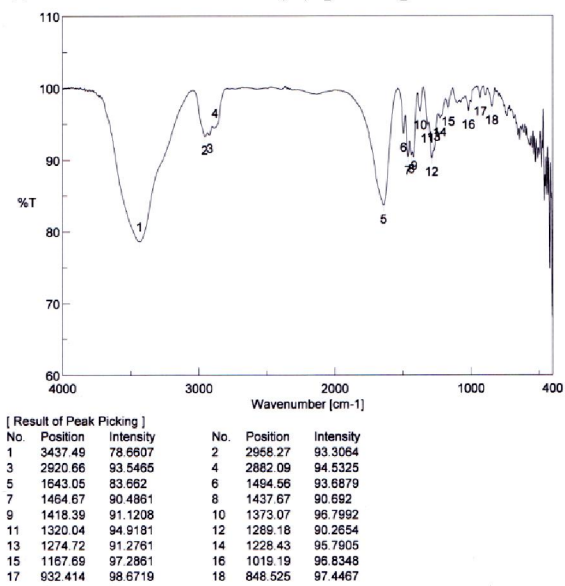


Рисунок 3 - ИК-спектр ПВП

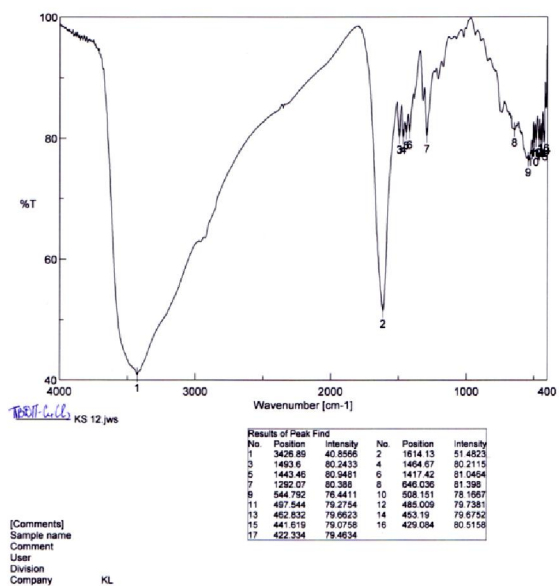


Рисунок 4 - ИК-спектр комплекса [Cu(ПВП)<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>]

Лиганд ПВП содержит иминовую связь С=N и проявляет полиосновное поведение в водных растворах из-за протонирования/депротонирования кислородного атома, как показано на рисунке 5. Частично отрицательный кислород способствует взаимодействию с ионами металлов в растворах, демонстрирующими сильную способность к координации с переходными металлами [20].

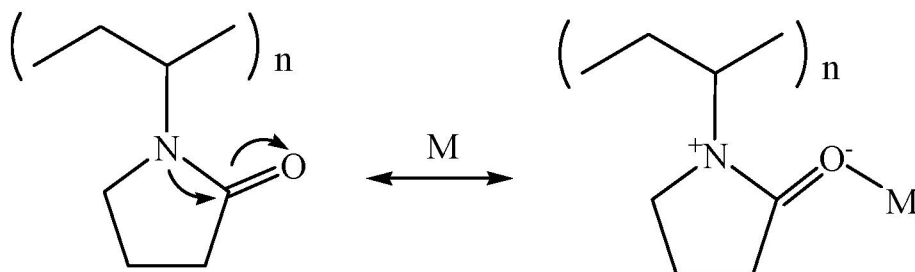


Рисунок 5 – Резонансная структура лактамной мономерной группы поливинилпирролидона, где М - это атом металла

Для исследования поверхности полимерметаллических комплексов меди был использован метод сканирующей электронной микроскопии (рисунки 6 и 7). Сравнение микроскопических

полученных снимков свидетельствует, о том, что происходит формирование полимерных плёнок с пористой неоднородной аморфной структурой.

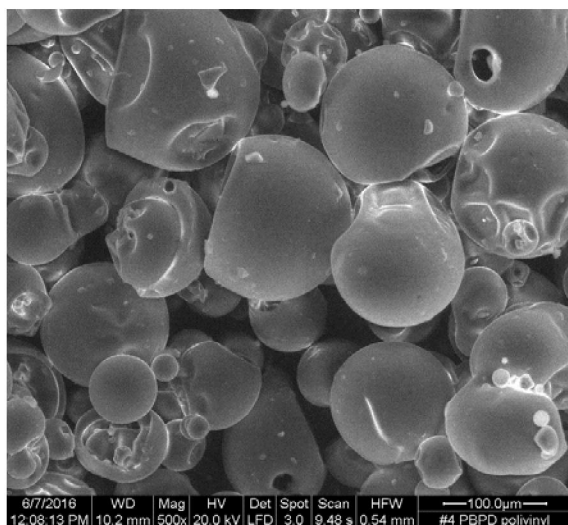


Рисунок 6 – Микрофотография ПВП

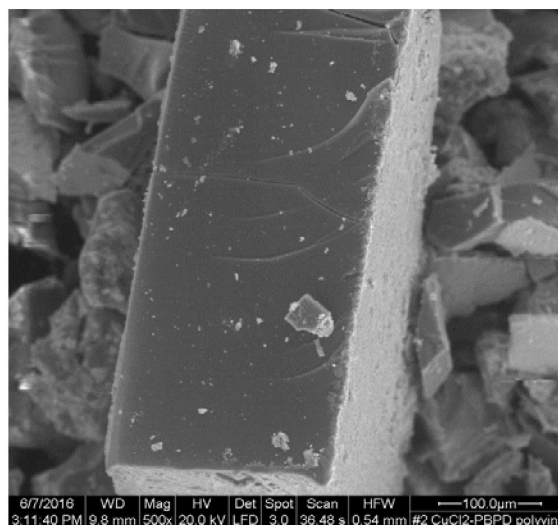


Рисунок 7 – Микрофотография комплекса ПВП-CuCl<sub>2</sub>

На основании результатов, проведённых исследований с учётом литературных сведений можно представить следующую схему образования комплекса на основе хлорида меди(II) с ПВП (рисунок 8).

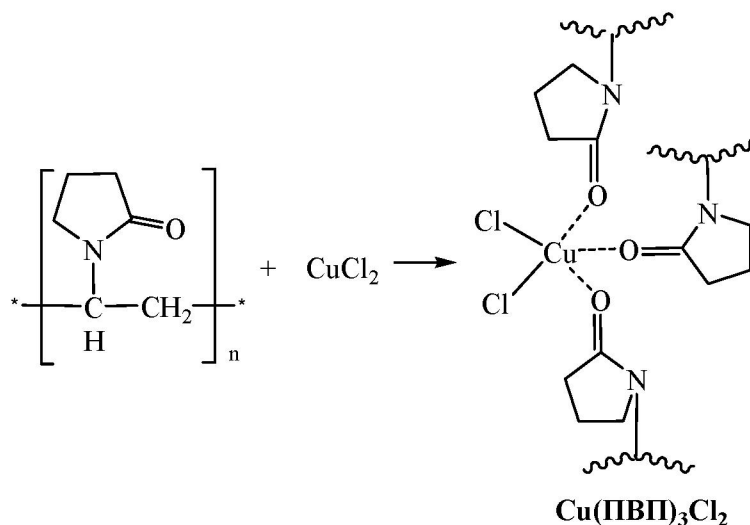


Рисунок 8 – Схема образования комплекса ПВП-хлорид меди(II)

Таким образом, синтезирован комплекс  $[\text{Cu}(\text{PVP})_3\text{Cl}_2]$ . Анализ результатов потенциометрического и кондуктометрического методов позволил установить образование полимерного комплекса меди(II) и его состав. Методами ИК-спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии подтверждена координация полимерного лиганда ПВП в комплексе, изучена морфология и особенности его поверхности. Установлено, что атомы кислорода полимерных лигандов принимают участие в образовании координационной связи с ионом металла-комплексообразователя. Результаты электронной микроскопии указывают на аморфную структуру комплекса.

*Источник финансирования: проект МОН РК 3662/ГФ4 «Разработка каталитических процессов окисления и гидрогенизации с целью получения органических соединений из жёлтого фосфора, спиртов и ненасыщенных углеводородов».*

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hu J.C., Cao Y., Yang P., Deng J.F., Fan K.N. A novel homogeneous catalyst made of poly(*N*-vinyl-2-pyrrolidone)-CuCl<sub>2</sub> complex for the oxidative carbonylation of methanol to dimethyl carbonate // *J. Mol. Catal. A Chem.* – 2002. – Vol. 185, №1–2. – P. 1-9.
- [2] Wang Y., Chen P., Liu M. Synthesis of well-defined copper nanocubes by a one-pot solution process // *Nanotechnology.* – 2006. – Vol. 17, № 24. – P. 6000–6006.
- [3] Ziegler K.J., Doty R.C., Johnston K.P., Korgel B.A. Synthesis of organic monolayer-stabilized copper nanocrystals in supercritical water // *J. Am. Chem. Soc.* – 2001. – Vol. 123, № 32. – P. 7797–7803.
- [4] Zhang Y., Yang G.H., Li X.X., Luo W., Mey-Hu H., Jiang Y.Y. Polycondensation catalyzed by polyvinyl pyrrolidone-supported metal complexes // *Polym. Adv. Technol.* – 1999, Vol. 10, № 1–2. – P. 108–111.
- [5] Tu W., Liu H., Tang Y. The metal complex effect on the selective hydrogenation of *m*- and *p*-chloronitrobenzene over PVP-stabilized platinum colloidal catalysts // *J. Mol. Catal. A Chem.* – 2000. – Vol. 159, №1. – P. 115–120.
- [6] Varghese S., Lele A.K., Srinivas D., Mashelkar R.A. Role of Hydrophobicity on Structure of Polymer-Metal Complexes // *J. Phys. Chem. B.* – 2001. – Vol. 105, № 23. – P. 5368–5373.
- [7] Patent US 4761467. Pyridine ligands for preparation of organic carbonates /Bhattacharya A.K.; publ. 02.08.1988. – 6 p.
- [8] Patent US 4636576. Cyclic amide additives for organic carbonate process /Bhattacharya A.K., Nolan J.T.; publ. 13.01.1987. – 6 p.
- [9] Raab V., Merz M., Sundermeyer J. Ligand effects in the copper catalyzed aerobic oxidative carbonylation of methanol to dimethyl carbonate (DMC) // *J. Mol. Catal. A Chem.* – 2001. – Vol. 175, № 1–2. – P. 51–63.
- [10] Yu Z., Liao S., Xu Y., Yang B., Yu D. A remarkable synergic effect of polymer-anchored bimetallic palladium–ruthenium catalysts in the selective hydrogenation of *p*-chloronitrobenzene // *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* – 1995. – № 11. – P. 1155–1156.
- [11] Wan B., Liao S., Yu D. Polymer-supported palladium-manganese bimetallic catalyst for the oxidative carbonylation of amines to carbamate esters // *Appl. Catal. A.* – 1999. – Vol. 183, № 1. – P. 81–84.
- [12] Ishii H., Ueda M., Takeuchi K., Asai M. Oxidative carbonylation of phenol to diphenyl carbonate catalyzed by bis(benzonitrile)dichloropalladium in the presence of polyvinylpyrrolidone // *Catal. Commun.* – 2001. – Vol. 2, № 1. – P. 17–22.
- [13] Физико-химические методы анализа. Учебное пособие для вузов. – Л.: Химия, 1988. – 219 с.
- [14] Лебухов В., Павлюченкова Л. Физико-химические методы исследования. – Москва: Лань, 2013. – 480 с.
- [15] Васильев В.П. Термодинамические свойства растворов электролитов. – М.: Высшая школа, 1982. – 320 с.
- [16] Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Исляйкин М.К. Кислотно-основные взаимодействия и комплексообразование при извлечении катионов меди(II) из водных растворов целлюлозным сорбентом в присутствии поливинилпирролидона // *Ж. физ. хим.* – 2012. – Т. 86, № 12. – С. 1974–1984.
- [17] Kuo S.W., Huang C.F., Wu C.H., Chang F.C. Thermal and spectroscopic properties of zinc perchlorate/poly(vinylpyrrolidone) blends and a comparison with related hydrogen bonding systems // *Polymer.* – 2004. – Vol. 45, № 19. – P. 6613–6621.
- [18] Wu H.D., Wu I.D., Chang F.C. The interaction behavior of polymer electrolytes composed of poly(vinyl pyrrolidone) and lithium perchlorate (LiClO<sub>4</sub>) // *Polymer.* – 2001. – Vol. 42, № 2. – P. 555–562.
- [19] Liu M., Yan X., Liu H., Yu W. An investigation of the interaction between polyvinylpyrrolidone and metal cations // *React. Funct. Polym.* – 2000. – Vol. 44, № 1. – P. 55–64.
- [20] De Amorim A.M., Franzoi A.C., Oliveira P.N., Nunes Pires A.T., Spinelli A., Bertolino J.R. Poly(vinylpyrrolidone)-Based Films Grown on Copper Surfaces // *J. Polym. Sci.: Part B: Polym. Phys.* – 2009. – Vol. 47, № 22. – P. 2206–2214.

REFERENCES

- [1] Hu J.C., Cao Y., Yang P., Deng J.F., Fan K.N. *J. Mol. Catal. A Chem.*, **2002**, 185(1–2), 1-9. (in Engl.)
- [2] Wang Y., Chen P., Liu M. *Nanotechnology*, **2006**, 17(24), 6000–6006. (in Engl.)
- [3] Ziegler K.J., Doty R.C., Johnston K.P., Korgel B.A. *J. Am. Chem. Soc.*, **2001**, 123(32), 7797–7803. (in Engl.)
- [4] Zhang Y., Yang G.H., Li X.X., Luo W., Mey-Hu H., Jiang Y.Y. *Polym Adv Technol.*, **1999**, 10(1–2), 108–111. (in Engl.)
- [5] Tu W., Liu H., Tang Y. *J. Mol. Catal. A Chem.*, **2000**, 159(1), 115–120. (in Engl.)
- [6] Varghese S., Lele A.K., Srinivas D., Mashelkar R.A. *J. Phys. Chem. B.*, **2001**, 105(23), 5368–5373. (in Engl.)
- [7] Patent US 4761467. Pyridine ligands for preparation of organic carbonates /Bhattacharya A.K.; publ. 02.08.1988. – 6 p. (in Engl.)
- [8] Patent US 4636576. Cyclic amide additives for organic carbonate process /Bhattacharya A.K., Nolan J.T.; publ. 13.01.1987. – 6 p. (in Engl.)
- [9] Raab V., Merz M., Sundermeyer J. *J. Mol. Catal. A Chem.*, **2001**, 175(1–2), 51–63. (in Engl.)
- [10] Yu Z., Liao S., Xu Y., Yang B., Yu D. *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, **1995**, 11, 1155–1156. (in Engl.)
- [11] Wan B., Liao S., Yu D. *Appl. Catal. A.*, **1999**, 183(1), 81–84. (in Engl.)
- [12] Ishii H., Ueda M., Takeuchi K., Asai M. *Catal. Commun.*, **2001**, 2(1), 17–22. (in Engl.)
- [13] Physico-chemical methods of the analysis. Manual for higher education institutions. L.: *Chimiya*, **1988**, 219 p. (in Russ.)
- [14] Lebukhov V., Pavlyuchenkova L. Physico-chemical research techniques. Moscow: *Lan'*, **2013**, 480 p. (in Russ.)
- [15] Vasil'ev V.P. Thermodynamic properties of electrolytes solutions. Moscow: *Vysshaya shkola*, **1982**, 320 p. (in Russ.)
- [16] Nikiforova T.E., Kozlov V.A., Islyaykin M.K. *Zh. Phys. Chem.*, **2012**, 86(12), 1974–1984. (in Russ.)

- [17] Kuo S.W., Huang C.F., Wu C.H., Chang F.C. *Polymer*, **2004**, 45(19), 6613–6621. (in Engl.)  
[18] Wu H.D., Wu I.D., Chang F.C. *Polymer*, **2001**, 42(2), 555–562. (in Engl.)  
[19] Liu M., Yan X., Liu H., Yu W. *React. Funct. Polym.*, **2000**, 1, 55–64. (in Engl.)  
[20] De Amorim A.M., Franzoi A.C., Oliveira P.N., Nunes Pires A.T., Spinelli A., Bertolino J.R. *J. Polym. Sci.: Part B: Polym. Phys.*, **2009**, 47(22), 2206–2214.

УДК 541.64:546.56:678.746.523

**Д.Н. Акбаева\***, **Г.А. Сейлханова\***, **Б.С. Бәкірова\***, **Ж.Ж. Кенжалпина\***,  
**М.В. Томкович\*\***, **В.В. Соколов\*\***, **А.К. Борангазиева\*\*\***

\* әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы;

\*\* А.Ф. Иоффе атындағы физика – техникалық институт РФА, Санкт-Петербург, Ресей;

\*\*\* Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты, Алматы

### **МЫС(II) ХЛОРИДІ ЖӘНЕ ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОН НЕГІЗІНДЕГІ КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТЫҢ ФИЗИКА–ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ**

**Аннотация.** Мыс(II) хлориді–поливинилпирролидон негізіндегі полимерметалды кешенді қосылыстың құрамы потенциометрлік және кондуктометрлік әдістермен анықталған. Кешенді қосылыстың құрамын анықтау бағытында жүргізілген тәжірибе нәтижелері бойынша титрлеу қисықтары тұрғызылған және әрекеттесуші құраушылардың 0,30–0,35 тең оптималды мольдік қатынасы  $k$  ( $k=[Cu^{2+}]/[ПВП]$ ) табылған. Алынған нәтижелер мыс полимерлі кешенді қосылыс түзелетіндігін дәлелдейді және ондағы металл ионының координациялық саны үшке тең. Кешенді қосылыстағы металл кешентүзгіштің координациялық қанықтығы еріткіш молекулалары немесе мыс тұзы анионымен жүзеге асырылады. РФЭС әдісімен кешеннің элементтік құрамы және ондағы әртүрлі элементтердің салыстырмалы мөлшері зерттелген. Синтезделген мыс(II) хлориді–поливинилпирролидон кешенді қосылысының құрылысы және морфологиясы ИК–спектроскопия және сканирлеуші электронды микроскоп (СЭМ) әдістерімен зерттелген. Металл–кешентүзгіш ионымен полимерлі–лиганданың оттегі атомы өзара координациялық байланыс түзуде басты рөл атқаратындығы анықталған. Электронды микроскопия әдісінің нәтижелері біртекті емес аморфты құрылымды полимерлі қабықша (кешентүзілу) түзілетіндігі көрсетілген. Жүргізілген зерттеу нәтижелері мен әдеби мәліметтерге сүйене отырып  $[Cu(ПВП)_3Cl_2]$  кешенді қосылысының түзілу сызбанұсқасы берілген.

**Кілт сөздер:** поливинилпирролидон, мыс, кешентүзілу, құрам, морфология, кешентүзілу сызбанұсқасы.