

компоненты могут находиться в виде раствора, эмульсии или суспензии. Введение в электролитическую систему персульфата аммония ускоряет процесс глубокого окисления салицилатов до простых и нетоксичных соединений.

### Список литературы:

1. Адамович Б.А., Дербичев А.-Г.Б., Дудов В.И. Новая технология уничтожения медицинских отходов // Экология и промышленность России. – 2005. – № 3. – С. 10–14.
2. Патон Б.Е., Чернец А.В., Маринский Г.С., Коржик В.Н, Петров В.С. Перспективы применения плазменных технологий для уничтожения и переработки медицинских и других опасных отходов // Современ. Электromеталлургия Ч.1. – 2005. – № 3. – С. 54.
3. Перемитина С.П., Волгина Т.Н., Новиков В.Т. Исследование процесса непрямого электроокисления салициловой и сульфосалициловой кислот // Журнал прикладной химии. – 2007. – Т. 81. – № 6. – С. 1042– 1044.

## КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ С СЕРУСОДЕРЖАЩИМИ ЛИГАНДАМИ

*Н.П. Чернова<sup>1</sup>, аспирант каф. ХТ,  
Г.А. Аносова<sup>1</sup>, к.х.н., ст. преподаватель,  
И.А. Щелокова<sup>1</sup>, студент гр. ХТ-32,  
А.С. Потапов<sup>2</sup>, д.х.н., доцент,*

<sup>1</sup>*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
656038, г. Барнаул, пр.Ленина, 46,  
тел. (3852)-245-513*

*E-mail: galyna92@gmail.com*

<sup>2</sup>*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина, 30,  
тел. (3822)-563-861*

*E-mail: potapov@tpu.ru*

Координационные соединения находят широкое применение в различных областях техники. Так, образование хелатных комплексов используется для умягчения жесткой воды, важнейшую роль играют комплексные соединения в аналитической практике, в качестве катализаторов различных процессов. Многие из них широко распространены в природе и играют важную роль в биохимических процессах. Особый интерес представляют комплексы меди(II) благодаря своим физико-химическим свойствам.

Известны хелатные комплексы меди(II), проявляющие супероксиддисмутазную активность [1, 2]. Также бис(пиразольные) комплексы с нитратом меди (II) проявляют высокую антиоксидантную активность, исследованную на живых клетках человека [3].

Пиразолсодержащие производные диалкилсульфидов имеют, помимо донорных атомов азота, дополнительные атомы серы и выступают лигандами в комплексах с

металлами. В настоящей работе были получены новые комплексы подобных соединений взаимодействием нитрата или хлорида меди(II) с сульфоксидом (L1), сульфеном (L2) и динитросульфоксидом (L3) (схема 1).

Синтез и характеристика 1,8-бис (3,5-диметилпиразол-1-ил)-3,6-дитиаоктана и его координационные соединения с роданидом цинка(II), кобальта(II), никеля(II) описаны в статье [4]. Авторами работы указано, что атомы серы не принимают участие в координации. Нами были получены продукты взаимодействия нитрата и хлорида меди(II) с лигандами, содержащими 4, 6 и 8 метиленовых групп между двумя серами в линкере (схема 2).

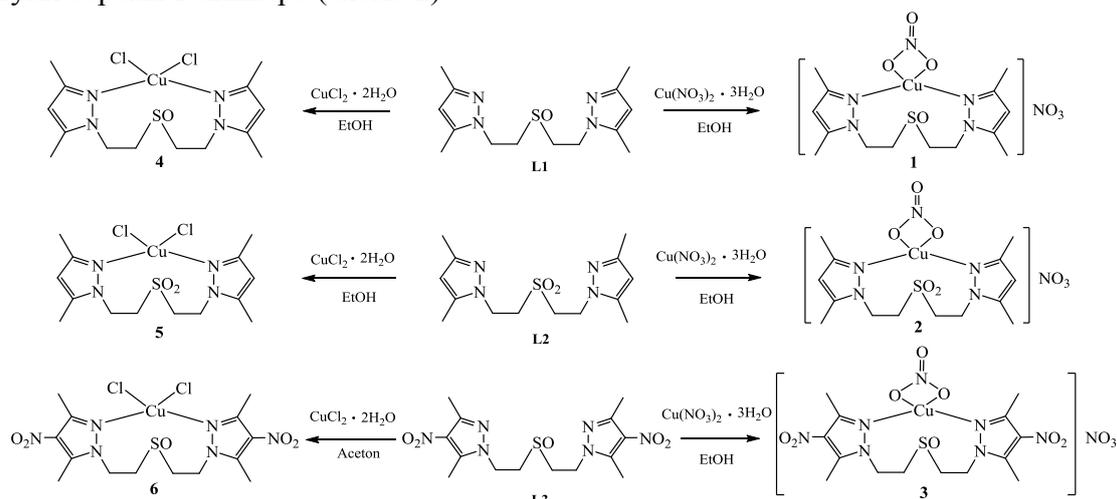


Схема 1.

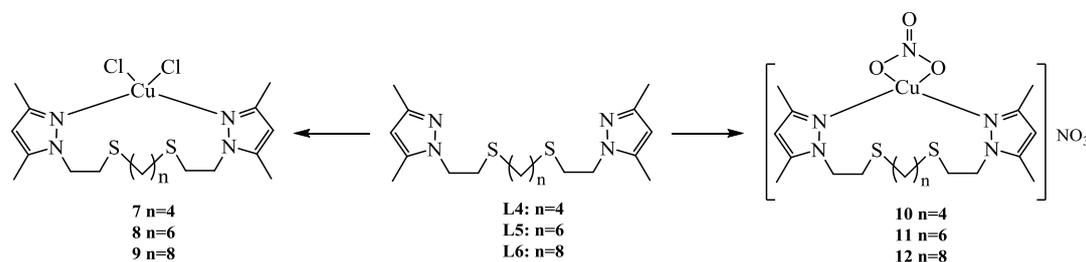


Схема 2.

Структура полученных координационных соединений подтверждена методом ИК-спектроскопии. Так, в спектрах всех комплексов наблюдается полоса поглощения в области  $800\text{ см}^{-1}$ , что соответствует валентным  $\nu_{\text{CS}}$  колебаниям. В спектрах комплексов сульфоксидов и сульфена зарегистрированы полосы, отвечающие валентным колебаниям  $\nu_{\text{S=O}}$  и  $\nu_{\text{O-S-O}}$ . Для нитратных комплексов наблюдаются две интенсивных полосы поглощения в областях от  $1460$  до  $1487\text{ см}^{-1}$  и от  $1268$  до  $1287\text{ см}^{-1}$  обусловленных асимметричными валентными колебаниями связей N-O в нитрат-ионе. Высокие величины расщепления ( $\Delta\nu > 160\text{ см}^{-1}$ ) полос этих колебаний свидетельствует о бидентатной координации нитрат ионов во всех соединениях [5]. Значения молярной электропроводности комплексов с нитратом меди являются доказательством нахождения одного из нитрат ионов во внешней сфере, второй нитрат ион, согласно данным таблицы 1, координирован бидентатно.

Комплексы с хлоридом меди показывают низкие значения молярной проводимости, следовательно, оба хлорид-иона находятся во внутренней сфере.

Таблица 1. Характеристики полученных координационных соединений.

№ соединения	Вых	$t_{пл}$	$\lambda, \text{См}^2 * \text{моль}^{-1}$	$\nu_{SO}$	$\nu_{SO_2}$	$\nu_{NO_3}$	$\nu_{NO_2}$	$\nu_{Pz}$	$\nu_{CS}$
1	92	92-93	89	1020	–	1284 1482	–	1557	805
2	72	169-170	58	–	1128	1268 1485	–	1558	808
3	66	206	60	1019	–	1282 1460	1368 1493	1568	808
4	45	186-187	36	1038	–	–	–	1556	802
5	47	–	38	–	1136 1307	–	–	1557	789
6	77	129-130	39	951	–	–	1356 1492	1566	807
7	58	132-133	45	–	–	–	–	1554	806
8	76	134-135	24	–	–	–	–	1552	796
9	82	82-85	42	–	–	–	–	1556	797
10	80	173-174	91	–	–	1280 1476	–	1554	806
11	80	178-179	74	–	–	1271 1487	–	1552	804
12	87	–	71	–	–	1274 1487	–	1551	804

Таким образом, для полученных комплексов характерна тетраэдрическая форма координационной сферы, где два координационных места занимают органические лиганды, а еще два места занимают хлорид либо нитрат ионы. Исключение составляют соединения 3 и 6, в ИК-спектрах которых смещение полосы валентных  $\nu_{S=O}$  колебаний в область 951 и 1019  $\text{см}^{-1}$  (1044  $\text{см}^{-1}$  для лиганда) свидетельствует об участии кислорода в комплексообразовании.

### Список литературы:

1. Patel R. N., Shukla K. K., Singh A., Choudhary M., Chauhan U. K., Dwivedi S. Copper(II) complexes as superoxide dismutase mimics: Synthesis, characterization, crystal structure and bioactivity of copper(II) complexes // *Inorganica Chimica Acta*. – 2009. – Т. 362. № 14. – С. 4891–4898.
2. Jitsukawa K., Harata M., Arai H., Sakurai H., Masuda H. SOD activities of the copper complexes with tripodal polypyridylamine ligands having a hydrogen bonding site // *Inorganica Chimica Acta*. – 2001. – Т. 324. – № 1-2. – С. 108–116.
3. Potapov A. S., Nudnova E. A., Domina G. A., Kirpotina L. N., Quinn M. T., Khlebnikov A. I., Schepetkin I. A. Synthesis, characterization and potent superoxide dismutase-like activity of novel bis(pyrazole)-2,2'-bipyridyl mixed ligand copper(ii) complexes // *Dalton Transactions*. – 2009. – № 23. – С. 4488–4498.
4. Haanstra, W.G. Unusual Chelating Properties of the Ligand 1,8-Bis(3,5-dimethyl-1-pyrazolyl)-3,6-dithiaoctane (bdo). Crystal Structures of  $Ni(bdo)(NCS)_2$ ,

Zn(bddo)(NCS)<sub>2</sub> and Cd<sub>2</sub>(bddo)(NCS)<sub>4</sub> // J. Chem. Soc., Dalton Trans. – 1989. – С. 2309–2314.

5. Накомото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М.: «Мир», 1966. – 411 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЖИДКОГО СТЕКЛА

*В.А. Лотов, д.т.н., проф.,*

*Ш.А. Хабибулин, аспирант*

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,*

*тел. (3822)-563-169*

*E-mail: habibulin1990@mail.ru*

Будучи крупнотоннажным продуктом неорганического синтеза, натриевое жидкое стекло находит широкое применение в качестве связки, материала для изготовления покрытий и различных композитов, а также при синтезе таких кремнеземсодержащих веществ, как силикагель, белая сажа и цеолиты [2]. Благодаря склонности силикатных анионов к поликонденсации в водных растворах, жидкое стекло представляет собой типичную нанодисперсную систему [1]. Наряду с несомненными достоинствами, жидкое стекло обладает существенными недостатками – неспособностью к объемному твердению и низкой водостойкостью композиционных материалов на его основе, которые обусловлены наличием подвижных катионов натрия [4]. Решение данных проблем позволит использовать жидкое стекло в качестве частичной замены такому широко используемому вяжущему материалу, как портландцемент, производство которого весьма энерго- и материалоемко, неэкологично и требует значительных капитальных затрат [2].

Целью настоящего исследования являлась разработка вяжущего на основе жидкого стекла, обладающего способностью к объемному твердению и высокими адгезионно-когезионными характеристиками.

В настоящей работе использовалось натриевое жидкое стекло с силикатным модулем 3,0. Массовое содержание твердой фазы (Na<sub>2</sub>O·3SiO<sub>2</sub>) составляло 44 % при плотности 1500 кг/м<sup>3</sup>. Для определения наиболее подходящей кальцийсодержащей добавки испытывали предел прочности при сжатии образцов-кубиков с ребром 25 мм в возрасте 1 суток воздушно-сухого твердения. Образцы получали прессованием сырьевой смеси на основе песка, жидкого стекла и таких кальцийсодержащих добавок, как портландцемент марок ЦЕМ-I-42,5 и ЦЕМ-II-32,5, оксид, гидроксид, а также карбонат и сульфат кальция. В результате, в качестве кальцийсодержащей добавки к жидкому стеклу выбран портландцемент марки ЦЕМ-I-42,5, обеспечивший наибольшую прочность образцам (рис.1).

Предварительная модификация портландцемента полярным этилсиликатом-40 позволяет временно гидрофобизировать и нейтрализовать поверхность высоко реакционноспособных частиц цемента, способствуя при этом равномерному распределению добавки цемента по объему жидкого стекла. Вяжущее готовили