

## СИНТЕЗ, ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ И ЦИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСОВ $\text{Cu(II)}$ С ПРОИЗВОДНЫМИ ЕНАМИНДИОНА

Ю.А. Еремина<sup>1,2</sup>

Научные руководители – к.х.н., н.с. Е.В. Лидер<sup>1,2</sup>, к.м.н., с.н.с. Е.В. Воронцова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН  
630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева 3

<sup>2</sup>Новосибирский государственный университет  
630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2

<sup>3</sup>НИИ Молекулярной биологии и биофизики  
630060, Россия, г. Новосибирск, ул. Тимакова 2/12, julia1995@ngs.ru

В настоящее время в медицине в качестве диагностических и противоопухолевых средств широко используются физиологически активные вещества на основе неорганических, металлоорганических и координационных соединений. Цисплатин и его производные по-прежнему считаются одними из наиболее эффективных лекарств, однако и они обладают рядом недостатков, ограничивающих их клиническое использование: возникновение дозозависимых побочных эффектов (нефротоксичность, нейротоксичность и др.) и резистентности к терапии. Кроме того, подобные препараты обладают ограниченным спектром действия. В связи с этим в последние годы наблюдаются интенсивные исследования, и продолжается разработка новых противоопухолевых лекарственных средств на основе платины и других металлов для улучшения клинической эффективности, снижения общей токсичности и расширения спектра действия. В этой области медные комплексы уже показали обнадеживающие результаты.

В рамках данной работы синтезирована серия комплексов меди (II) с производными енаминдиона (рис. 1):

2-[фениламинометилен]-(HL<sup>1</sup>),  
2-[4-хлорфениламинометилен]-(HL<sup>2</sup>),  
2-[2-метоксифениламинометилен]-(HL<sup>3</sup>),  
2-[4-метоксифениламинометилен]-(HL<sup>4</sup>)  
и 2-[пиридиламинометилен]-5,5-диметил-циклогексан-1,3-дионом (HL<sup>5</sup>).

Состав полученных комплексов описывается общей формулой  $[\text{Cu}(\text{L}^x)_2]$ , где  $x=1-5$ . Полученные соединения охарактеризованы с помощью элементного и рентгенофазового анализа, ИК-спектроскопии. Молекулярные и кристаллические структуры комплексов установлены с помощью рентгеноструктурного анализа. Устойчивость комплексов в растворе этанола изучена методом оптической спектроскопии.

Исследование цитотоксической активно-

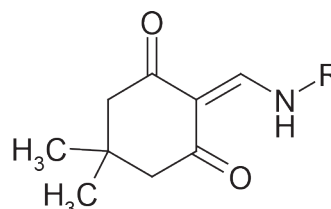


Рис. 1. Строение производных 2-аминоэтилен-5,5-диметил-циклогексан-1,3-диола

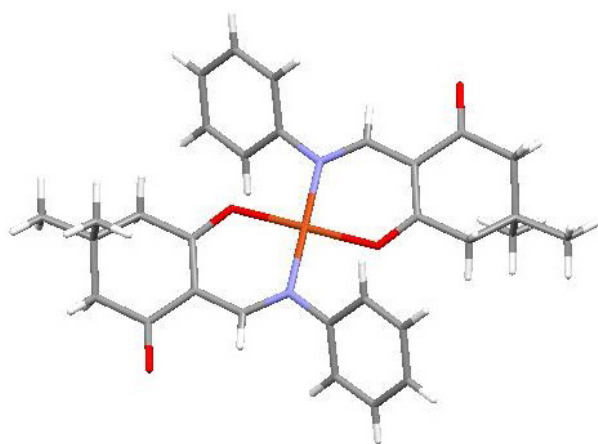
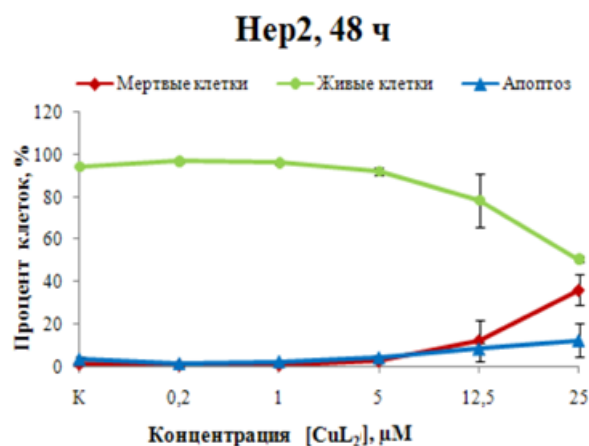


Рис. 2. Структура и цитотоксичность комплекса  $[\text{Cu}(\text{L}^1)_2]$  по данным INCellAnalyzer 2200



сти полученных комплексов, лигандов и солей меди(II) проводилось на клеточной линии Нер-2 (клетки рака гортани) с помощью прибора IN Cell Analyzer 2200. Клетки культивировались в 96 луночных планшетах при 48 или 72 часах воздействия препаратов. Активность соединений была исследована в диапазоне концентраций 1–50  $\mu\text{M}$ .

Соли меди(II) и все лиганды, кроме  $\text{HL}^2$ , содержащего в качестве заместителя фенилхлорид, оказались нетоксичны по отношению к клеточной линии Нер-2. Токсичность  $\text{HL}^2$  оказалась значительно меньше токсичности его медного комплекса. Остальные соединения проявляют цитотоксичность в нижнем микромолярном диапазоне концентраций, при этом значения  $\text{IC}_{50}$

варьируются от 18 до 25  $\mu\text{M}$ . Например, для комплекса меди(II) с лигандом  $\text{HL}^1$  ( $\text{R}=\text{Ph}$ ) параметр полумаксимального ингибирования  $\text{IC}_{50}$  составил  $25,4 \pm 0,5$   $\mu\text{M}$  (рис. 2).

Таким образом, в ходе работы получен и охарактеризован набором физико-химических методов ряд комплексов меди(II) с производными енаминдиона. Изучена цитотоксичность соединений и показано, что все комплексы и лиганд  $\text{HL}^2$  проявляют активность в нижнем микромолярном диапазоне концентраций.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-33-00929). Благодарим д.х.н. Доценко В.В. (КубГУ, г. Краснодар) за предоставленные органические лиганды.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ

М.К. Жетписбаева, Д.С. Трушина

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.К. Семакина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, j.m.k.97@mail.ru

При сгорании углей при температуре 1100–1600 °С дымовыми газами уносятся мелкие и легкие частицы золы, называемые «золой-уноса». Содержание твердых отходов после сжигания бурых и каменных углей составляет от 15 до 40%.

В составе золошлаковой смеси (ЗШС) обычно количество золы составляет 70–90% остальное – угольный шлак, образующийся при сплавлении частиц золы размером от 0,15 до 30 мм. Шлаки измельчаются и удаляются с помощью воды. Кроме золы и шлака в составе ЗШС находятся частицы несгоревшего топлива, так называемый недожог, количество которого составляет 10–25%.

Объектом исследования являются отходы

шлака после сжигания угля на Северной ТЭЦ. Целью исследования является определение фракционного состава шлака, разделение его в

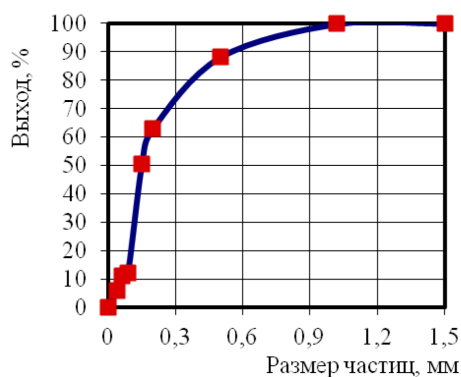


Рис. 1. Фракционный состав шлака

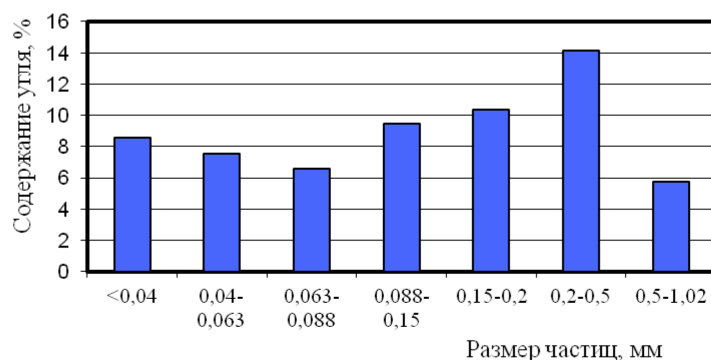


Рис. 2. Гистограмма содержания угля в шлаковых отходах различных фракций