

## Химические науки

### ГУАНИДИНОВЫЕ ИОНООБМЕННИКИ

Голоунин А.В., Захарова О.В.

*Институт химии и химической  
технологии Сибирского отделения  
Российской Академии наук  
golounin@icct.ru*

Гуанидин и его производные относятся к сильным основаниям и часто применяются в качестве ионообменников в аналитических целях [1, 2]. Имеются примеры как лабораторных, так и полупромышленных испытаний гуанидинов для экстракционного извлечения цианидного золота [3, 4]. Сорбция в основном исследована на полимерах с привитыми гуанидиновыми функциями [5-9]. Необходимо заметить, что реакция внедрения в полимер гуанидина многостадийна и обычно завершается образованием около 5% гуанидиновых фрагментов. В связи с чем, ёмкость таких сорбентов невелика и составляет около 10-30 мг/г [9].

Важнейшей характеристикой ионообменников является способность концентрировать извлеченные металлы в твердой или жидкой органической фазе. Для определения емкости гуанидиновых ионообменников проведена последовательная, многоступенчатая экстракция и сорбция цианида золота  $\text{Au}(\text{CN})_2^-$  из щелочных растворов с рН 10,5.

#### Экспериментальная часть

**Экстракция.** Растворы по 10 мл концентрации 0,01 моль/л соответствующего гуанидина и 0,04 моль/л N-децил-2,4-ксилидина в ксилоле встряхивали со 100 мл водного щелочного (рН 10,5) раствора, содержащего 100 мг/л цианида золота в течение 5 мин. Операции повторяли пять раз. Водную фазу анализировали на остаточное содержание золота. Результаты приведены в табл. 1.

**Сорбция.** 0,1 г продукта совместной поликонденсации 1N,3N-дифенилгуанидина и гексаметилендиамина осадили на 1 г смолы КУ-2 и поместили в 100 мл раствора с рН 10,5, содержащего 36 мг/л цианида золота, перемешивали в течение 12 ч. Водные растворы анализировали на остаточное содержание золота через каждые два часа. Через 4 часа содержание золота составляло 0-5 мг/л

#### Обсуждение результатов

Исследованные ранее диалкилгуанидины с длинными углеводородными цепями ограниченно растворяются в доступных органических растворителях в силу ионного строения [5], по-

этому их применение для экстракции металлов проблематично. Варьируя строение заместителей в цепи, удалось получить хорошо растворимые производные гуанидина [10]. Поскольку ёмкость вновь синтезированных соединений неизвестна, проведен эксперимент для определения этой характеристики ионообменников (табл.1).

Среди исследованных нами гуанидинов наибольшей ёмкостью обладает смесь дибензилгуанидина с N-децил-2,4-ксилидином, которая составляет 85,3 мг/г. Ёмкость дифенилгуанидина составляет всего 19,7 мг/г. Невысокая ёмкость дифенилгуанидина, очевидно, обусловлена заниженной основностью и частичной растворимостью в воде. Обнаружена следующая последовательность изменения ёмкости: ДФГ(19,7) < ДЦГГ(49,6) < ДОГ(55,7) < ДИБГ(67,0) < ДБЗГ(85,3). Для сравнения укажем, что ёмкость аминов составляет 10-16 мг/г.

Отметим, что если нагруженность дифенил-, дициклогексил, диизобутил- и диоктилгуанидинов изменяется постепенно, то максимальное насыщение дибензилгуанидина протекает в основном в ходе первых операции экстракции.

Ёмкость гуанидиновых оказалась выше чем аминоксодержащих ионообменников и они работают при более высоких значениях рН. Напрашивается вывод, что для получения эффективных сорбентов цианидного золота необходимо использовать твердые полимеры с гуанидиновыми и аминными функциями. Однако, как известно введение гуанидиновой функции в матрицу полимера процесс достаточно сложный [6]. Поэтому представляется целесообразным упростить технологию получения таких сорбентов. В качестве предшественников поликонденсации использовали 1N,3N-дифенилгуанидин, выпускаемый отечественной промышленностью, и гексаметилендиамин.

Оказалось, что ёмкость модифицированной смолы составляет 30-36 мг/г при сорбции металла из модельных растворов. Для сравнения отметим, что ёмкость лучшего зарубежного анионообменника с привитыми гуанидиновыми фрагментами 36 мг/г [9].

Таким образом, в проведенной работе показано, что перспективными ионообменниками при экстракции и сорбции цианидного золота являются производные гуанидина, причем синтез эффективного сорбента может быть осуществлен с помощью простой технологии на отечественном сырье.

#### Список литературы

1. Никифорова Е.Е. // Высокомолекулярные соединения. Сер. В. 1972. Т.14. Вып.7. С. 33-36.

2. Коренман И.М. Органические реагенты в неорганическом анализе. М. Химия. 1980. с. 448.
3. Голоунин А.В., Ларионова И.А. Производные гуанидина-экстрагенты золота (I) из цианидных растворов. // ЖПХ. 2005. Т.78. Вып.10. С.1742-1744.
4. Pat. USA Recovery of precious metal. №5198021.
5. Pat. USA Method for recovery of precious metal. №18311508.
6. Pat. USA Process for producing guanidine substituted cross-linked poly(vinylaromatic) anion exchange resins №3346516.
7. Jermakowicz-Bartkowiak D., Kolarz B.N., Tylus W. Sorption of aurocyanide and tetrachloroaurate onto resin with guanidine ligand – an XPS approach. // Polymer 2003. v.44. P.5797-5802.
8. Hainey P., Sherrington D.C. Oligoamine-functionalised poly(glycidyl methacrylate-ethylene glycol dimethacrylate) resins as moderate base extractants for gold from cyanide solution. // Reactive & Functional Polymers 2000. №43. P. 195-210.
9. Kolarz B.N., Jermakowicz-Bartkowiak D., Jezierska J., Apostoluk W. Anion exchangers with alkyl substituted guanidyl groups. Gold sorption and Cu(II) coordination. // Reactive & Functional Polymers 2001. v. 48. P. 169-179.
10. Ларионова И.А., Голоунин А.В., Соколенко В.А. Алкилирование гуанидина. // ЖОрХ 2006. Т.42. Вып. 5. С. 781-782.

Работа представлена на Общероссийскую научную конференцию «Новые технологии, инновации, изобретения», Иркутск (5-7 июля 2010). Поступила в редакцию 15.06.2010.

## Экология и рациональное природопользование

### ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДОВ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

**Квашнина С.И., Мозырев А.Г.,  
Богословский А.В.**

*Тюменский государственный  
нефтегазовый университет, г. Тюмень,  
ООО «Спец УБР Уват»,  
г. Ухта Республики Коми*

Северные территории характеризуются своеобразными специфическими особенностями. Это обусловлено: расположением (в основном) в высоких широтах, для которых характерны: наличие многолетнемерзлотных пород (ММП), своеобразии напряженности геомагнитного поля, экстремальные климатогеографические условия. Всё это приходится учитывать при выполнении в северных условиях буровых работ и проведении мероприятий по восстановлению нарушенных земель. На антропогеннонарушенных площадях ведутся восстановительные работы в двух, следующих друг за другом этапах рекультивации — техническом и биологическом. Технический этап заключается: в очистке территории от деревьев и кустарников; селективном снятии плодородного слоя почвы до начала монтажа буровой (БУ); перемещение её к месту временного хранения и нане-

сение на восстанавливаемые земли после окончания буровых работ и демонтажа оборудования. Имеется много предложений по проведению биологической рекультивации. К примеру приведём некоторые из них Например, в работах Коми НЦ УрО РАН — Арчеговой И.Б., Дегтевой С.В., Котелиной Й.С., Турубановой Л.Л., Юнониной А.А. и другими предлагается схема для северных деградированных территорий, включающая два этапа: I — интенсивный и II — ассимиляционный. Здесь на первом этапе производится комплекс агротехнических мероприятий, предусматривающий посев испытанных северных видов многолетних трав или их смесей на фоне обязательного внесения удобрений и введение дополнительных приемов — формирование кулис, разного рода покрывал, внесение структурирующих веществ и т.д. Одной из важнейших задач при этом является обеспечение проводимой биологической рекультивации семенами местных видов многолетних трав или адаптированных трав из других северных районов. Учёные — авторы, УрО РАН, на базе многолетних исследований считают приоритетным подходом использование местных видов трав заполярных совхозов. В этих целях работниками ИБ КНЦ УрО РАН разработан «Регламент по агротехнике семеноводства» и «Проект семеноводческого хозяйства с учетом особенностей северного региона». В КНЦ реализовано представление о микроочаговом распределении питательных веществ в почве и известный прием гранулирования. Здесь также внедряется производство биологически активного удобрительно-