

4. *Валькман Ю.Р.* Мультиmodalность, мультимедийность, мультиконтекстность, мультимодельность представлений понятий в базах знаний // Труды IV-го Междунар. научно-практ. семинара «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте». Москва: Физматлит, 2007.
5. *Валькман Ю.Р.* Анализ понятия образ: отношения «образы – понятия» // Сб. тр. XI Междунар. конференции «Искусственный интеллект (КИИ-2008)», Россия, Дубна, 2008.
6. *Валькман Ю.Р.* О моделировании образного мышления: от образа к понятию и от понятия к образу // Труды Международной конференции «Интеллектуальные системы (ICAIS'08)», Геленджик-Дивноморское, Москва: Физматлит, 2008.
7. *Валькман Ю.Р.* О моделировании образного мышления: классификация, отношения и структуры образов. // Труды IX-й Международной конференции "Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2009", Киев, 18-21 мая 2009.
8. *Wille R.* Knowledge Acquisition by methods of Formal Concept Analysis // Preprint Nr. 1238. Technische Hochschule Darmstadt. – 1989. – 16 p.
9. *Ричардсон Дж. Т.Э.* Мысленные образы: Когнитивный подход. Москва: Когито – Центр, 2006. 175 с.
10. *Мейен С.В., Шрейдер Ю.А.* Методологические аспекты теории классификации // Вопросы философии.- 1976.- №12.- С.67-79.12..
11. *Шрейдер Ю. А., Шаров А. А.* Системы и модели. – Москва: Радио и связь, 1982. – 152 с.
12. *Кобринский Б.А.* Нечеткий образный ряд в клинической медицине. // Труды V-й Международной конференции «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте», Коломна, 28-30 мая 2009 г., Т 1, Москва: Физматлит, 2009, с. 121-127.
13. *Поспелов Д.А.* Метафора, образ и символ в познании мира // Новости искусственного интеллекта. – 1998. – №1. – с. 94-114.

Поступила 22.09.2010р.

УДК 550.41:542.86

Ю.В.Литвиненко, В.М.Кадошников, Ю.Л.Забулонов

ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИКСАЦИИ КАТИОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

В работе рассмотрена физико-химическая модель фиксации щелочных, щелочноземельных металлов и многозарядных катионов из водных растворов наночастицами с последующим отделением их из дисперсионной среды путем превращения осадка в кристаллическое или аморфное состояние, в коем удаляемые катионы структурно связаны с твердой минеральной матрицей.

Для удаления целого комплекса катионов различной природы, находящихся в техногенно загрязненных водах, наиболее целесообразно

использовать технологические схемы многостадийной очистки, предусматривающие комбинирование ряда методов, основными из которых являются со осаждение и сорбция [1, 2].

Среди техногенно загрязненных вод, подлежащих предварительной очистке, трапные воды занимают особое место. Присутствие в трапных водах радионуклидов, среди которых дозопределяющими являются катионы щелочных (Cs^{137}) и щелочноземельных (Sr^{90}) металлов, а также многозарядные катионы (Co, Fe, Cu), в относительно низких концентрациях, тем не менее, обуславливают высокую радиоактивность этих вод, что делает невозможным их сброс в объекты окружающей среды.

В настоящее время для дезактивации трапных вод наибольшее распространение получил метод упаривания [3], при котором кубовые остатки подвергаются остекловыванию с последующим их захоронением в хранилищах, в установленном порядке.

При определенной простоте технологи и аппаратурного оформления этот способ предусматривает получение солевых растворов, которые в дальнейшем подлежат фиксации стеклянной либо же минеральной матрицей. Более рациональным есть использование методики, при которой получают концентрированные осадки в малом объеме. Обычно для этой цели используются ферроцианиды и др., недостатком использования которых является низкая степень удаления радиоцезия и радиостронция, что, естественно, влечет за собой дополнительное использование методов ионного обмена для получения вод, необходимой степени очистки. Использование определенных осадителей и сорбентов, а так же ионообменников делает метод весьма трудоемким и дорогостоящим. Кроме этого присутствие в трапных водах органических и поверхностно активных веществ в ряде случаев значительно усложняет процессы со осаждения и ионного обмена, а в некоторых случаях делает их практически невозможными.

Для устранения этих недостатков нами предлагается принципиально иная модель поглощения катионов различной природы из водных растворов с последующим отделением их из дисперсионной среды путем превращения осадка в кристаллическое или аморфное состояние, в коем удаляемые катионы структурно связаны с твердой минеральной матрицей.

Целью данной работы было разработка физико-химической модели извлечения из водных растворов щелочных и многовалентных катионов с использованием основ нанотехнологий.

В качестве основополагающего принципа поглощения катионов из раствора мы предлагаем использовать синтез нанокolloидов в водном растворе (золь «А»), который содержит катионы, подлежащие удалению из системы. Важнейшим свойством этих коллоидов является их способность связывать радионуклиды в конденсированной своей части, при этом не исключается также сорбция некоторых катионов на поверхности частиц в процессе образования двойного электрического слоя. Для коагуляции

коллоидной наносистемы применение традиционных методов с использованием растворов электролитов, уменьшающих величину электрокинетического потенциала наночастиц, и, соответственно, вызывающих коагуляцию этих частиц, мы считаем нецелесообразным. Это связано с тем, что использование повышенной концентрации электролитов для коагуляции может вызвать обратную диффузию поглощенных радионуклидов из дисперсной фазы в дисперсионную среду. Мы считаем, что для этой цели целесообразно использовать метод гетерокоагуляции коллоидом, имеющим заряд электрокинетического потенциала, противоположным заряду полученных наночастиц. В результате взаимодействия наночастиц с противоположными зарядами образуется рыхлый, быстро оседающий коагулят.

Исследования, выполненные в Национальном техническом университете Украины «Киевский политехнический институт» показали, что при синтезе магнетита из солевого раствора ($\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$) в присутствии цезия и стронция в щелочном растворе стронций практически полностью поглощается кристаллами магнетита, в то время как цезий лишь частично поглощается последними. Десорбция этих нуклидов из магнетита показала, что стронций прочно фиксируется магнетитом, а поглощенный цезий практически полностью выделяется в дисперсионную среду. Полученные данные дают нам основания считать, что стронций входит в структуру магнетита в виде изоморфных замещений, а цезий концентрируется на поверхности зерен магнетита.

Учитывая выше сказанное, мы сочли возможным в качестве коагулянта использовать магнитный коллоид (золь «В»), который синтезируется в том же растворе, где ранее был получен золь «А». Величина частиц золя «В» и его электрокинетический потенциал определяется условиями синтеза и соотношением $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$. Количество золя «В» и его свойства, которые необходимы для осаждения золя «А», определяется полнотой осаждения этого золя, что одновременно обеспечивает наиболее полное поглощение радионуклидов. Наши эксперименты показали, что для полного осаждения золя «А» необходим избыток магнитного коллоида (золь «В»), который содержит микрокристаллы магнетита [4].

Для уплотнения осадка, полученного в результате гетерокоагуляции, рационально использовать внешнее наложенное постоянное электромагнитное поле (ЭМП). Наши исследования показали, что наилучшие результаты получаются, если осаждение коагулянта проводится на анод. Это связано с тем, что количество положительно заряженного золя магнетита не достаточно для полной компенсации заряда золя «А», имеющего ярко выраженный отрицательный заряд.

Использование выше приведённой модели поглощения щелочных, щелочноземельных и многозарядных катионов (Co, Cu) из водного раствора нами проводился на модельном растворе, содержащем катионы цезия, стронция, меди и кобальта в концентрациях 10 - 30 мг/л. Остаточное

содержание этих элементов в осветленном растворе составило не более 0,5 % от исходной концентрации.

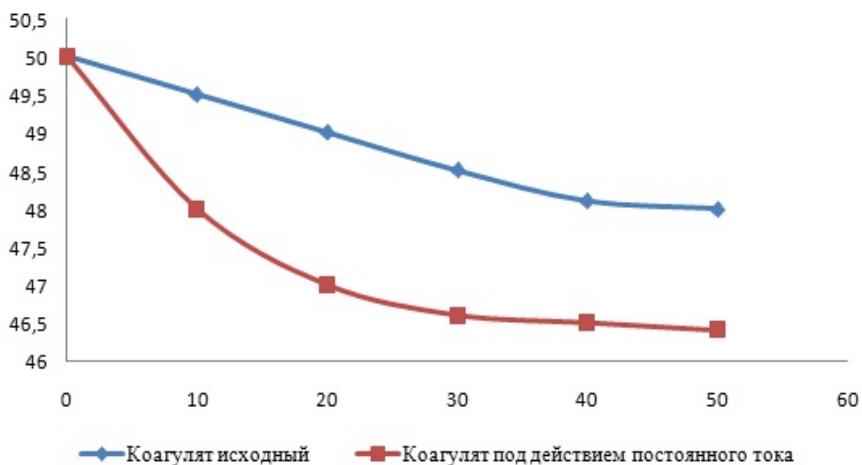


Рис. 1 Влияние электромагнитного поля на осветление коагулята

Использование приемов нанотехнологий, заключающихся в фиксации катионов различной природы, находящихся в дисперсионной среде, в нанокolloиды, с последующим осаждением их в виде плотного осадка, позволяет одновременно осажать щелочные, щелочноземельные и многозарядные катионы в таком количестве, что сделало бы возможным привести показатели безопасности техногенных вод в соответствие с требованиями нормативных документов.

1. Чугунов А.С., Нечаев А.Ф., Шибков С.Н. Способ переработки отходов, содержащих тяжелые металлы и их радионуклиды. Патент РФ № 2127459 от 10.03.1999
2. Шутько А.П., Гомеля Н.Д., Терещенко О.Н. Очистка сточных вод от радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr методом объемной коагуляции // Труды Междунар. Конф. «Переработка отходов и очистка сточных вод». – Маиуполь. – 1996. – С.53.
3. Кульский Л.А., Страхов Э.Б., Волошинова А.М., В.А. Ближнюкова Вода в атомной энергетике. – Киев. Наук. думка. 1983 – 381 с;
4. Weijia Wen, Lingyun Zhang, and Ping Sheng. Planar Magnetic Colloidal Crystals // PHYSICAL REVIEW LETTERS, VOLUME 85, NUMBER 25, 18.12.2000 – PP. 5464 – 5467.

Поступила 29.09.2010р.