

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Чугунова Александра Дмитриевича
**«Физико-химические особенности адсорбции ионов тяжелых металлов
цеолитами, модифицированными кремнийорганическими
тиосемикарбазидами»** представленной на соискание ученой степени кандидата
химических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия

Очистка сточных вод промышленных и муниципальных предприятий от ионов тяжелых металлов является актуальным вопросом вследствие их высокой токсичности, и, как следствие, крайне негативного влияния как на здоровье человека, так и на биосферу в целом. Несмотря на то, что к настоящему времени разработано значительное количество различных методов очистки промышленных и бытовых сточных вод, проблема удаления ионов металлов до сих пор достаточно остра.

Традиционным и эффективным вариантом обработки стоков с целью удаления ионов тяжелых металлов является адсорбционная очистка, которая может проводиться, в том числе, с использованием природных цеолитов. Однако они, как правило, нуждаются в модификации для улучшения их сорбционных характеристик.

Иркутская область обладает обширными запасами природных цеолитов, поэтому представленная работа, направленная на получение новых цеолитных адсорбентов, содержащих в качестве модификаторов кремнийорганические тиосемикарбазиды, является весьма актуальной как с практической, так и с теоретической точек зрения. Особенно хочется отметить значимость данной работы для Иркутской области, так как полученные результаты позволяют более эффективно использовать природные ресурсы региона.

Представленная работа посвящена исследованию физико-химических свойств полученных автором сорбентов на основе природных цеолитов, модифицированных тиосемикарбазидами.

В процессе работы автором успешно решены задачи по закреплению на поверхности природного цеолита таких модификаторов, как 1-(3-триэтоксисилилпропил)-1-фенилтиосемикарбазида, 1-(3-триэтоксисилилпропил)-4-фенилтиосемикарбазида и 1-(3-триэтоксисилилпропил)тиосемикарбазида. Изучены состав, строение и сорбционные свойства полученных образцов по отношению к ионам Cu(II), Co(II) и Ni(II) в водных растворах; определены кинетические и термодинамические особенности адсорбции металлов, предложен механизм адсорбционного процесса.

Результаты работы подтверждены современными методами исследования: электронной микроскопией, элементным, рентгеноструктурным, термогравиметрическим анализами, дифференциальной сканирующей калориметрией, ИК-спектроскопией, кинетическими и термодинамическими расчетами. Основные результаты исследования опубликованы в 22 публикациях, из которых 6 статей в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus. Автором получен патент на способ очистки сточных вод от ионов никеля и других металлов.

При ознакомлении с основными результатами работы, изложенными в автореферате, возникли следующие вопросы и замечания:

1. Какова остаточная концентрация ионов тяжелых металлов в водных растворах после проведения адсорбции с использованием разработанных сорбентов?
2. На рисунке 2 приведена схема модификации природного цеолита кремнийсодержащими тиосемикарбазидами. Под действием какого реагента проводится гидролиз цеолита на первой стадии?
3. В таблице 1 приводятся результаты адсорбции ионов меди (II) цеолитами, модифицированными тиосемикарбазидами различного строения. Автором делается вывод, что адсорбционная способность определяется степенью силанизации, то есть содержанием кремниевого модификатора в адсорбенте. При этом содержание разных модификаторов для исследованных образцов изменяется в 7 раз, а адсорбционная активность – максимум на 10 %. Как это может быть объяснено? Для более корректного анализа желательно было бы провести модификацию цеолита одним и тем же тиосемикарбазидом, но используя его разные концентрации.
4. Автором предложено объяснение зависимости различной адсорбционной способности полученных адсорбентов от структуры модификатора: наименьшая степень силанизации наблюдается для цеолита, модифицированного 1-фенилтиосемикарбазидом, так как фенильный заместитель в этом соединении наиболее приближен к триэтоксисилильной группе. На мой взгляд, это неверно: если оценить структурные формулы модификаторов, приведенные на рис. 2, то у этого соединения фенильный радикал расположен дальше от триэтоксисилильной группы. Логичнее объяснить низкую степень адсорбции при использовании данного адсорбента замещением атома водорода в аминогруппе, которая участвует в образовании комплекса с извлекаемыми ионами металлов (рисунок 7).
5. В абзаце заключения (пункт 4) отсутствует обозначение единиц измерения энергии Гиббса для образца АС-НСІ-ТСК.
6. В пункте 5 заключения говорится об установлении механизма адсорбции с участием цеолита, модифицированного 1-(3-этоксисилилпропил) тиосеми-

карбазидом с предварительной активацией соляной кислотой. Автором указано, что адсорбция с участием данного образца протекает не только по механизму комплексообразования, но и по ионному механизму за счет переноса ионов водорода. Однако в тексте автореферата не приводится никакого экспериментального подтверждения данного факта, схема процесса также не рассматривается.

Отмеченные вопросы и замечания ни в коем случае не снижают ценность выполненного Чугуновым А.Д. исследования физико-химических особенностей адсорбции ионов тяжелых металлов модифицированными цеолитами.

В целом диссертационная работа «Физико-химические особенности адсорбции ионов тяжелых металлов цеолитами, модифицированными кремнийорганическими тиосемикарбазидами» Чугунова Александра Дмитриевича является актуальной, логичной, завершённой научно-исследовательской работой, которая характеризуется научной и практической значимостью и выполнена на современном теоретическом и высоком профессиональном уровне.

Диссертационное исследование соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор **Чугунов Александр Дмитриевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия.

Раскулова Татьяна Валентиновна,
доктор химических наук,
(02.00.06 – Высокомолекулярные соединения)
доцент, заведующий кафедрой химической
технологии топлива
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ангарский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «АнГТУ»)
665835, Иркутская область, г. Ангарск,
ул. Чайковского, 60.
E-mail: raskulova@list.ru, тел.: 8(3955)51-29-03

Подпись Т.В. Раскуловой удостоверяю:

