

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Алифхановой Латифы Махир кызы  
«Физико-химические закономерности сорбции ионов благородных металлов  
на сульфоэтилированных полиаминоستيрилах и полиаллиламинах»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по  
специальности 1.4.4. Физическая химия

Изучение физико-химических свойств новых функционализированных полимеров является важнейшим инструментом выявления высокоэффективных сорбционных материалов, способных обеспечить селективное извлечение целевых компонентов из сложных по составу смесей. Помимо известной практической ценности, исследования такого рода позволяют установить основные закономерности влияния природы полимерной матрицы, типа и количества функциональных групп в составе комплексообразующих сорбентов на процессы разделения и концентрирования в многокомпонентном растворе. Это в свою очередь создает определенные предпосылки для направленного формирования сорбционных материалов с заданными свойствами.

Диссертационная работа Алифхановой Л.М.к. продолжает исследования свойств новых комплексообразующих сорбентов, проводимые на кафедре аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ УрФУ. Объектами исследования являются новые сульфоэтилированные аминополимеры на основе полиаллиламина и полиаминоستيрирола с различными фиксированными степенями модифицирования функциональными группами. Исследование свойств этих сорбентов позволили выявить сульфоэтилированные аминополимеры с лучшими сорбционными характеристиками, а также сформулировать основные закономерности влияния строения рассматриваемого класса сорбционных материалов на их физико-химические свойства. В связи с этим цель исследования диссертационной работы Алифхановой Л.М.к., посвященной установлению физико-химических закономерностей сорбции ионов благородных металлов на сульфоэтилированных полиаминоستيрилах и полиаллиламинах из различных систем, является **актуальной**.

Диссертационная работа Алифхановой Латифы Махир кызы имеет традиционную структуру и состоит из введения, пяти глав, выводов и списка литературы.

Глава 1 (обзор литературы) посвящена вопросам, связанным с исследованием сорбции ионов благородных металлов функционализированными сорбентами. Автором охарактеризованы различные сорбционные материалы, предложенные для разделения и концентрирования золота (III), палладия (II), платины (IV) и серебра (I), особое внимание уделено материалам на основе полиаминостирола и полиаллиламина. Достаточно подробно рассмотрены модели, используемые для описания сорбционных процессов как в статических, так и в динамических условиях. Приведены примеры, иллюстрирующие математическое моделирование различных сорбционных зависимостей.

В экспериментальной части (глава 2) приводится описание синтеза и идентификации сорбентов на основе сульфэтилированного полиаминостирола (СЭПАС) и сульфэтилированного полиаллиламина (СЭПАА), методик приготовления растворов. Для исследования свойств модифицированных аминополимеров Алифхановой Л.М.к. использовался комплекс физико-химических методов исследования (спектрофотометрия, пламенная атомно-абсорбционная спектроскопия и атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой, потенциометрия) с применением современного оборудования, что в совокупности со статистической обработкой данных обеспечивает **достоверность полученных автором результатов и сделанных выводов.**

В главе 3 диссертации Алифханова Л.М.к. приводит данные о емкости исследуемых сорбентов по гидроксид-ионам в статических и динамических условиях, степени их набухания и кислотно-основных свойствах.

Глава 4 диссертационной работы охватывает вопросы, связанные с исследованием селективности сорбции серебра (I) материалами на основе сульфэтилированного полиаминостирола и полиаллиламина в статических и динамических условиях. Автором получены зависимости, отражающие влияние pH, природы буферного раствора, времени контакта фаз и других условий проведения сорбции на селективность извлечения серебра (I) из многокомпонентных растворов. Определены оптимальные условия селективного концентрирования данного иона сульфэтилированными аминополимерами в динамическом режиме.

Заключительная глава диссертации (глава 5) посвящена изучению селективности сорбции платины (IV), палладия (II) и золота (III) функционализированными аминополимерами из солянокислых растворов. Автором исследована селективность сорбции ионов благородных металлов в

зависимости от рН и состава раствора, кинетика сорбции, возможность регенерации сорбента после проведения извлечения.

В заключении автор приводит основные выводы по проделанной работе, а также перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

В качестве основных положений, определяющих **научную новизну** исследования Л.М.к. Алифхановой можно выделить следующие:

1. Впервые исследованы кислотно-основные свойства сорбентов на основе сульфэтилированного полиаминостирола и полиаллиламина и определены значения констант ионизации аминогрупп в их составе; сделаны выводы о влиянии степени модифицирования сорбентов на основность аминогрупп.

2. Определены условия, отвечающие наибольшей селективности сорбции ионов благородных металлов (серебра (I), палладия (II) и золота (III)) исследуемыми сорбентами на основе модифицированных аминополимеров в статических условиях. Показано, что с ростом степени сульфэтилирования полиаллиламина и полиаминостирола значительно увеличивается селективность извлечения рассматриваемых ионов металлов.

3. Получены кинетические кривые сорбции серебра (I) из многокомпонентных аммиачно-ацетатных буферных растворов, и золота (III) и палладия (II) из солянокислых растворов сульфэтилированными полиаллиламином и полиаминостиролом; определено время установления равновесия в исследуемых системах.

4. Получены изотермы сорбции ряда ионов металлов сорбентами на основе сульфэтилированного полиаминостирола с различными степенями модифицирования. Путем применения известных теоретических представлений к описанию полученных зависимостей определены параметры сорбции сорбентов, а также значения их емкости по ионам металлов.

5. Исследовано концентрирование ионов серебра (I) из растворов различного состава (бинарных – в присутствии меди, многокомпонентных – в присутствии ряда ионов переходных и щелочноземельных металлов) сульфэтилированными аминополимерами в динамических условиях.

6. Установлены составы растворов регенерантов, применение которых обеспечивает максимальные степени десорбции исследуемых ионов благородных металлов с поверхности сульфэтилированных аминополимеров.

**Практическая значимость** исследования Алифхановой Л.М.к. определяется установлением оптимальных с точки зрения достижения

высокой селективности сорбции условий сорбционного концентрирования ряда ионов благородных металлов (серебра (I), палладия (II), золота (III)) материалами на основе сульфозетилованных полиаминостирола и полиаллиламина. Полученные автором данные могут лечь в основу разработки сорбционно-спектроскопических методик определения рассматриваемых ионов металлов в составе различных объектов. Сформулированные автором закономерности влияния природы аминополимерных матриц на сорбционные свойства материалов на их основе могут использоваться для прогнозирования свойств других сорбентов на основе полиаллиламина и полиаминостирола.

Диссертационная работа Л.М.к. Алифхановой прошла достаточную апробацию. Полученные автором результаты доложены на профильных конференциях различного уровня и достаточно полно отражены в 6 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, входящих в международные базы Scopus и Web of Science, и тезисах 7 докладов всероссийских и международных конференций. Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации.

Вопросы и замечания, возникшие при ознакомлении с диссертационной работой Алифхановой Латифы Махир кызы:

1. По какой причине емкость сорбентов на основе сульфозетилованных полиаллиламинов в динамических условиях существенно меньше емкости сульфозетилованных полиаминостиролов? С точки зрения более низкой молекулярной массы элементарного звена полиаллиламина по сравнению с полиаминостиролом емкость последнего должна быть меньше. Кроме того, динамическая емкость СЭПАА по гидроксид-ионам превышает соответствующие значения для СЭПАС (таблица 3.1).

2. Охарактеризуйте вклад сульфозетильных групп в механизм сорбции ионов металлов модифицированными аминополимерами.

3. Какими методами было подтверждено восстановление ионов Au(III) в фазе сорбента СЭПАА?

4. В соответствии с рисунком 4.3 корректнее было написать, что «исследуемые сорбенты в наибольшей степени извлекают ионы серебра (I) из аммиачно-ацетатного буферного раствора в интервале» рН 5.0–6.5, а не 4.0–7.0.

5. Какова причина резкого увеличения сорбции хлоридных комплексов палладия (II) на СЭПАА(1.0) при  $pH > 3$ ? Почему для хлоридных комплексов платины (IV) не наблюдается такой эффект (рис. 5.4.)?

Приведенные вопросы и замечания не являются принципиальными и не снижают общую положительную оценку работы. Считаю, что диссертация Алифхановой Латифы Махир кызы «Физико-химические закономерности сорбции ионов благородных металлов на сульфозетилированных полиаминостиролах и полиаллиламинах» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и может рассматриваться как завершенная научно-квалификационная работа, в которой содержится решение задачи установления основных физико-химических закономерностей сорбции ионов металлов новыми материалами на основе модифицированных аминополимеров, а ее автор – Алифханова Латифа Махир кызы – заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Зав. кафедрой физики и химии, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», профессор, доктор химических наук



Стожко Наталия Юрьевна

620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45

Тел.: +7 (343) 221-27-13

E-mail: [sny@usue.ru](mailto:sny@usue.ru)

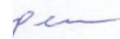
10.06.2022

Подпись Н.Ю. Стожко удостоверяю

Ученый секретарь ФГБОУ ВО

«Уральский государственный

экономический университет»



Е.А. Надеина