

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Заболотных Светланы Александровны «Фазовые и экстракционные равновесия в системах на основе сульфонола, додецилсульфата натрия или алкилбензолсульфоукислоты», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия

Экстракция в настоящее время является одним из наиболее распространенных методов разделения и концентрирования ионов металлов. Основным недостатком данного метода является использование токсичных, пожароопасных органических растворителей. Устранить этот недостаток позволяет применение поверхностно-активных веществ (ПАВ). Исторически первым предложен метод мицеллярной экстракции, предполагающий использование неионных ПАВ; расслаивание в данном случае достигается при нагревании системы. Однако применение анионных ПАВ имеет ряд преимуществ перед применением НПАВ: разделение фаз достигается при комнатной температуре, экстракция легко совмещается с оптическими и хроматографическими методами анализа и т.д. Системы на основе таких соединений способны расслаиваться вследствие высаливания неорганическими солями или кислотами. Особый интерес представляет использование в целях экстракции промышленно выпускаемых АПАВ, выгодно отличающихся своей доступностью. Однако расслаивающиеся системы на основе таких соединений на настоящий момент изучены недостаточно. В связи с важностью повышения безопасности экстракционных процессов и расширения возможностей метода необходимым является и расширение круга перспективных экстракционных систем на основе АПАВ. По этой причине тема диссертационной работы Заболотных Светланы Александровны, посвященной установлению концентрационных параметров расслаивания систем на основе АПАВ (сульфонола, додецилсульфата натрия или алкилбензолсульфоукислоты) и неорганических кислот и возможности экстракции в них ионов металлов или

их комплексов с органическими комплексообразующими реагентами, является **актуальной**.

Диссертационная работа Светланы Александровны Заболотных имеет традиционную структуру и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка цитируемой литературы из 187 наименований.

В обзоре литературы (первая глава) систематизированы сведения о применении АПАВ в экстракции. В частности на основании анализа литературных данных автором грамотно обоснованы преимущества используемых в работе анионных ПАВ по сравнению с традиционно используемыми в целях экстракции неионогенными ПАВ. Систематизированы сведения о закономерностях распределения ионов металлов в водных расслаивающихся системах на основе различных АПАВ. Показана перспективность дальнейшего расширения круга АПАВ, используемых в целях экстракции катионов металлов.

Во второй главе автор описывает используемые приборы и реактивы, характеризует используемые АПАВ, подробно описывает методику построения фазовых диаграмм, а также другие экспериментальные методы исследования. Используемые автором методы в полной мере соответствуют решаемым в работе задачам, а также современному состоянию экспериментальных возможностей.

Третья глава диссертационной работы С.А. Заболотных посвящена исследованию жидкофазных и экстракционных равновесий в системах, расслаивающихся в результате высаливания. Изучены фазовые равновесия в системах вода-АПАВ (сульфонол, додецилсульфат натрия, алкилбензолсульфоокислота)-неорганическая кислота, построены соответствующие диаграммы растворимости. Выявлены закономерности распределения ионов металлов в рассматриваемых системах в отсутствие и присутствии реагентов-комплексообразователей. Весьма важными с практической точки зрения являются установленные автором условия количественного экстракционного извлечения ряда катионов металлов, а

также предложенные методики экстракционно-фотометрического определения никеля (II) и меди (II).

Заключительная глава диссертационной работы посвящена жидкофазным и экстракционным равновесиям в системах, расслаивающихся в результате химического взаимодействия. В частности установлены концентрационные границы областей расслаивания в системах вода-АБСК-антипирин и вода-АБСК-1,2,3-бензотриазол, исследовано распределение ионов металлов в рассматриваемых системах. Выявлены закономерности влияния введения неорганических солей в систему вода-АБСК-вода на экстракционные характеристики системы. На основании полученных данных сделаны выводы о перспективности применения изученных систем в экстракции ионов металлов.

В заключении приводятся выводы по работе, которые являются обоснованными и логично вытекают из полученных автором данных.

Таким образом, **научная новизна** исследования и полученных С.А.Заболотных результатов заключается в том, что автором впервые получены фазовые диаграммы многокомпонентных систем вода-АПВ (сульфонол, алкилбензолсульфо кислота)-неорганическая кислота (HCl , H_2SO_4). В системах с химическим взаимодействием вода-алкилбензолсульфо кислота-антипирин (или 1,2,3-бензотриазол) установлены концентрационные границы области двухфазного равновесия между двумя жидкими фазами. Впервые выявлены закономерности влияния введения дополнительных комплексообразующих реагентов (1,19-фенантролина, 1,2,3-бензотриазола, антипирина, диантипирилметана, его гомологов) на границы областей расслаивания в исследуемых системах.

Достоверность полученных автором результатов обеспечивается применением современных физико-химических методов исследования, использованием стандартных методик и статической обработкой данных. Полученные С.А. Заболотных данные не противоречат имеющимся в

литературе сведениям об экстракционных равновесиях в системах на основе других АПАВ.

Практическая значимость полученных С. А. Заболотных результатов не вызывает сомнений. Так, автором установлены оптимальные условия экстракционного извлечения катионов металлов из исследованных расслаивающихся систем в присутствии различных комплексообразователей: антипирина, диантипирилметана и его гомологов, 1,10-фенантролина и 1,2,3-бензотриазола. Кроме того, для катионов железа (III), галлия (III), таллия(III), скандия (III) и олова (II) определены условия количественного извлечения, которое достигается при введении в систему производных пиразолона. Показано, что никель (II), кобальт (II) и медь (II) количественно извлекаются в присутствии 1,10-фенантролина. В целом полученные автором данные могут лечь в основу разработки способов извлечения катионов металлов из различных объектов как в целях выделения ценных компонентов, так и с целью их дальнейшего аналитического определения подходящими инструментальными методами. Так, автором разработаны методики экстракционно-фотометрического определения никеля (II) с 1,10-фенантролином в системе вода-SDS-H₂SO₄ и меди (II) с 1,2,3-бензотриазолом в системе вода-АБСК-НСl, которые позволяют определять содержание аналита в сложных по составу растворах и не требуют использования токсичных органических растворителей. Предложен способ селективного отделения палладия (II) от никеля (II), кобальта (II), меди (II), железа (III) с использованием системы вода-АБСК-НСl-БТА. Кроме того, полученные автором данные по растворимости в изученных системах могут использоваться в качестве справочных.

Содержание диссертации полностью отражено в автореферате и публикациях по теме исследования. Основные результаты, полученные С.А. Заболотных, представлены на конференциях различного уровня, опубликованы в виде достаточного количества работ, в том числе 6 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК.

При ознакомлении с диссертационной работой Заболотных Светланы Александровны возникли следующие вопросы и замечания:

1. Требуется пояснения выбора катионов металлов для исследования экстракции в изученных автором системах: на основе АПАВ и неорганических кислот; АПАВ, кислот и диантипирилалканов, 1,10-фенантролина, 1,2,3-бензотриазола.

2. Каковы значения коэффициентов концентрирования ионов металлов, извлекающихся количественно?

3. Известны ли значения констант устойчивости комплексов, образуемых исследуемыми ионами металлов с изученными комплексообразующими реагентами (диантипирилметаном, его гомологами, 1,10-фенантролином, 1,2,3-бензотриазолом)? Каким образом эти константы устойчивости коррелируют с результатами исследования экстракции катионов металлов в присутствии комплексообразователей?

4. На стр. 71 автор утверждает, что извлечение ионов $Tl(III)$, $Fe(III)$, $Ga(III)$, $Sc(III)$ в системах вода-АПАВ-неорганическая кислота может происходить за счет образования соли металла с анионом ПАВ. Однако некоторые из рассматриваемых катионов металлов образуют устойчивые комплексы с хлорид- и сульфат-анионами и в рассматриваемых системах находятся в виде отрицательно заряженных комплексов. Какой механизм экстракции предполагается в данном случае?

5. Автором изучено распределение никеля (II), кобальта (II), меди (II) и железа (III) в системе вода-SDS-неорганическая кислота-1,10-фенантролин и распределение палладия (II), меди (II), железа (III), никеля (II), кобальта (II) в системе вода-АБСК-неорганическая кислота-БТА. Как соотносятся между собой коэффициенты распределения и коэффициенты селективности экстракции ионов металлов из рассматриваемых систем при их индивидуальном и совместном присутствии в растворе?

6. В работе присутствуют некорректные выражения: «метод атомно-адсорбционной спектроскопии» (стр. 109), «кювета на 1.0 см» (стр. 112),

«воспроизводимость методики проверяли методом «введено-найдено»» (стр. 113) и другие. Кроме того, значения объемов раствора, отмеряемых с помощью мерных колб или пипеток, следует записывать с точностью как минимум до десятых долей миллилитра.

Возникшие вопросы и замечания не снижают общей положительной оценки работы. Считаю, что в целом диссертационная работа Заболотных Светланы Александровны «Фазовые и экстракционные равновесия в системах на основе сульфонола, додецилсульфата натрия или алкилбензолсульфокислоты» соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения 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 развития экстракционных методов разделения и концентрирования ионов металлов с использованием ПАВ, а ее автор – Заболотных Светлана Александровна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия.

Доцент кафедры аналитической химии и химии окружающей среды
Института естественных наук и математики Уральского федерального
университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
Кандидат химических наук

Петрова Юлия Сергеевна

620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

Тел.: (343) 389-97-08

E-mail: petrova.yu.s@mail.ru

04.12.2019 г.

