

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Малаховой Ирины Александровны «**ШИРОКОПОРИСТЫЕ МОНОЛИТНЫЕ СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНИМИНА**», представленной на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия.

Сорбция как метод выделения и разделения компонентов сложных смесей, в том числе из водных растворов, является достаточно распространенным в научной и промышленной практике. Широкое применение данный способ получил с началом промышленного освоения редкометальных руд с низкой концентрацией целевого компонента. Однако опыт, накопленный при использовании сорбционных материалов для подобных практик, в последствии позволил решать важную задачу водоочистки и водоподготовки, позволяя извлекать высокотоксичные ионы элементов из разбавленных растворов.

В настоящее время найден и используется целый спектр сорбционных материалов удовлетворительно решающий данную задачу, но многие образцы промышленного выпуска состоят из гранул различных составов и формы и могут иметь низкие гидродинамические характеристики. Решению задачи получения эффективного монолитного полифункционального сорбента с высокими гидродинамическими характеристиками, а также изучению их свойств и посвящена работа И.А Малаховой.

В рассматриваемой работе диссертантом сформулированы и решены задачи по разработке способа получения новых широкопористых сорбционных материалов на основе полиэтиленimina (ПЭИ) ковалентно сшитого диглицидиловыми эфирами этиленгликоля и 1,4-бутандиола при отрицательной температуре (криогели ПЭИ) для эффективного извлечения ионов тяжелых металлов, анионных красителей и гуминовых веществ в динамических условиях; исследованию сорбционных свойств криогелей ПЭИ в статических и динамических условиях по отношению к ионам Cu(II), Zn(II), Ni(II), Co(II), Cd(II), Hg(II); разработке способов получения новых широкопористых монолитных композитных сорбентов путем *in situ* формирования наночастиц сульфида цинка и гексацианоферрат калия и цинка в криогеле ПЭИ; изучению сорбционных свойств композитных криогелей ПЭИ/ZnS и ПЭИ/гексацианоферрат калия и цинка в статических и динамических условиях.

В результате проведенного исследования были оптимизированы условия сшивки полимерных материалов (температура, концентрация полимера в растворе, мольное соотношение сшивающий реагент: ПЭИ), обеспечивающие получение монолитных сорбентов для эффективного извлечения ионов тяжелых металлов, радионуклидов, анионных красителей и гуминовых веществ в динамических условиях; доказано, что внутренняя диффузия является лимитирующей стадией при сорбции ионов тяжелых металлов на криогранулах ПЭИ в статических условиях, но ее вклад резко снижается при

сорбции в динамических условиях на монолитном криогеле; доказано равномерное распределение неорганической фазы по поверхности полимерной матрицы, определены средние размеры наночастиц, показано, что композитный монолитный криогель ПЭИ/ZnS с сорбционной емкостью по ионам Hg(II) 5.74 ммоль/г в динамических условиях существенно превосходит по эффективности криогель ПЭИ и обеспечивает при коэффициенте очистки 105 достижение ПДК по ртути для питьевой в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, криогель ПЭИ/гексацианоферрат калия и цинка с динамической сорбционной емкостью 0.26 ммоль(Cs)/г продемонстрировал высокую эффективность сорбции ^{137}Cs при высоких линейных скоростях потока

Перечисленные результаты свидетельствуют о научной новизне и практической значимости диссертационной работы И.А. Малаховой.

В качестве замечаний по автореферату можно отметить следующее:

1. Не вполне ясно, чем обосновывает автор выбор ацетатных растворов в качестве среды для исследования извлечения элементов Cu(II), Zn(II), Ni(II), Co(II), Cd(II), Hg(II). Хорошо известно, что ацетат ионы редко встречаются в технологических или природных средах, очистка которых заявлена как одна из основных целей работы. Кроме того, CH_3COO^- является лигандом в процессе комплексообразования d-элементов сравнимого или превышающего по силе группы NH_2^- и NH^- . Целесообразнее было бы проводить исследования в нитратных (аналог технологических сред), хлоридных и/или сульфатных (аналог природных сред) растворах, ионы которых являются лигандами слабого поля, а добавку ацетат-иона или иных органических лигандов использовать для изучения влияния на сорбцию ионов тяжелых металлов;
2. Применимость селективного композитного сорбента для извлечения ионов цезия из реальных растворов можно было продемонстрировать в экспериментах с использованием морской воды, поскольку данная природная среда является часто встречающимся объектом аналитического исследования и достаточно доступна;
3. При наименовании анионных комплексов, к которым относятся гексоцианоферраты, следует использовать номенклатуру, рекомендованную в настоящее время ИЮПАК.

Однако высказанные выше замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку автореферата и данной диссертационной работы в целом.

Автореферат написан четким научным языком, без излишеств. Выводы диссертационной работы, изложенные в автореферате, в полном объеме отражают результаты научных исследований и показывают высокий творческий потенциал соискателя. Оценивая работу в целом, считаю, что она является законченным научным исследованием, посвященным решению важной проблемы. Диссертация выполнена на

высоком теоретическом и экспериментальном уровне, с использованием целого ряда современных физико-химических методов анализа. Основные выводы диссертанта подтверждены экспериментальными данными.

Таким образом, по своему содержанию диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.4.4 – Физическая химия и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор диссертации Малахова Ирина Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук по специальности по специальности 1.4.4 – Физическая химия.

Велешко Александр Николаевич
Начальник управления по сопровождению научных мероприятий
доктор химических наук по специальности 02.00.14 - радиохимия
тел.: +7 (499) 196-92-93, e-mail:Veleshko_AN@nrcki.ru

21 июня 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,
123182, г. Москва, пл. Ак. Курчатова д.1
Тел.: +7 (499) 196-95-39
www.nrcki.ru

Подпись Велешко Александра Николаевича заверяю:
главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»
кандидат технических наук
Сергунова Кристина Анатольевна