

ОТЗЫВ

оппонента на диссертационную работу Пряжникова Дмитрия Владимировича «Структура и свойства модифицированных магнитных наноматериалов для сорбционного концентрирования», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия

Магнитное сорбционное концентрирование является одним из современных и перспективных направлений в аналитической химии. Большую роль для магнитных сорбентов играет баланс магнитных свойств, обеспечивающих полноту и высокую скорость отделения фазы сорбента под действием поля постоянного магнита, и сорбционных характеристик, задаваемых функциональностью поверхности сорбента и определяющих эффективность и селективность концентрирования аналитов. Поэтому ключевым моментом в исследовании магнитных наночастиц (МНЧ) является выявление связи строения и свойств МНЧ, особенностей взаимодействия с аналитом, выяснение факторов, влияющих на сорбционно-десорбционное равновесие, и изучение селективности взаимодействия.

В связи с этим диссертационная работа Д.В. Пряжникова, посвященная разработке подходов к получению и характеристике модифицированных МНЧ с оболочками заданного состава и строения, установлению их структуры и физико-химических свойств, выявлению закономерностей сорбционных процессов и разработке стратегий решения с их помощью аналитических, технологических и биомедицинских задач, несомненно, является **актуальной**.

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что получены и охарактеризованы новые МНЧ, модифицированные поверхностно-активными веществами (ПАВ), диоксидом кремния, наноразмерными частицами золота, биологически активными веществами; получены научные данные о составе, строении и сорбционных свойствах поверхности этих МНЧ, выбраны пути получения МНЧ с заданными сорбционными и магнитными свойствами; проведена оценка эффективности использования магнитных сорбционных материалов на основе модифицированных МНЧ в аналитической химии.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что разработаны способы сорбционного концентрирования с помощью сорбентов на основе модифицированных МНЧ различного типа и из разных сред и предложены варианты сочетания концентрирования на этих сорбентах с определением методом ВЭЖХ.

Работа состоит из введения, 6 глав, включая обзор литературы, экспериментальную часть и 2 главы, где излагаются и обсуждаются основные полученные в работе результаты, а также выводы и списка литературы.

Во введении сформулированы цель и задачи исследования. Обоснованы актуальность, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы. В обзоре литературы даны сведения об основных видах модифицированных магнитных наноматериалов и способах их получения, методах экспериментального изучения состава, структуры и свойств модифицированных МНЧ, а также примерах их практического использования. Обзор литературы достаточно полно освещает текущее состояние дел в вопросах, решению которых посвящена диссертация. Он содержит информативные таблицы и наглядные рисунки, что способствует восприятию информации и хорошо ее структурирует.

Экспериментальная часть диссертационной работы подробно освещает использованные в исследовании реагенты, аппаратуру и методики экспериментов, что дает возможность детально воспроизвести полученные результаты.

В разделах, посвященных обсуждению результатов, приведены интересные с научной и практической точек зрения данные. Их интерпретация и обсуждение выполнены достаточно полно, что свидетельствует о высокой квалификации диссертанта.

Особо хотелось бы отметить широкий охват диссертационной работы в плане изученных типов МНЧ, преимущественно со структурой типа «ядро – оболочка», а также исследование МНЧ, модифицированных такими интересными и перспективными наноструктурами, как наночастицы золота, мезопористый силикагель, упорядоченные слои ПАВ. Основной упор в работе сделан на выявление закономерностей между структурой поверхности модифицированных МНЧ и их сорбционными свойствами, что стратегически верно, поскольку полученные научные данные могут быть эффективно применены в различных областях аналитической химии, и не только, а также при решении разных практических задач химического анализа. Достоинством работы является также глубокий и критический анализ соответствующей литературы, на основании которого делаются оправданные выводы о необходимости экспериментального уточнения/обоснования отдельных данных, на что, в частности, были направлены усилия автора. Интересным с практической точки зрения является разработанный автором полифункциональный сорбент с мезопористой оболочкой из диоксида кремния и мицелл ПАВ с тиольными функциональными группами для извлечения фенолов и ионов тяжелых металлов.

Результаты исследований Д.В. Пряжникова прошли широкую апробацию. По материалам диссертации опубликовано 18 работ, включая 10 статей в журналах, входящих в перечень ВАК и библиографические базы данных Web of Science и Scopus, и 8 тезисов докладов.

Достоверность результатов исследований и рекомендаций, приведенных в диссертации, подтверждается анализом литературных источников по теме работы,

применением современных инструментальных методов исследования и соответствием между результатами, полученными разными методами. Выводы и научные положения, сформулированные в диссертации, **обоснованы**.

По диссертации возникают следующие **вопросы/замечания**:

1. Одним из интересных полифункциональных сорбентов, предложенных в данной работе, является сорбент $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2@\text{ЦТАБ}@\text{SiO}_2-(\text{CH}_2)_3\text{-SH}$. Данный сорбент имеет сложный предполагаемый состав и строение. Из диссертации не вполне понятно, как доказывали предполагаемый состав, структуру, а также наличие функциональных групп в составе данного сорбента, помимо опоры на данные литературы и результатов элементного анализа.
2. На рис. 43 диссертации показана кинетика десорбции доксорубицина с поверхности $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2-(\text{CH}_2)_3\text{-SH}@Au_{\text{колл}}$, откуда видно, что с ростом времени степень десорбции уменьшается. С чем связано такое необычное поведение системы? Как правило, бывает наоборот – степень десорбции во времени увеличивается.
3. Вывод № 5 диссертации посвящен магнитным материалам, перспективным для биомедицины в качестве систем целевой доставки лекарств. Следует заметить, что доставка лекарств, как таковая, не является задачей аналитической химии. Возможно, уместно было бы сделать здесь акцент на доставку в биосистему меченых препаратов для реализации молекулярного и биоимиджинга, что не только входит в сферу задач аналитической химии, но отвечает одному из современных интенсивно развивающихся направлений исследований. В самом тексте диссертации этот аспект упомянут.
4. Из текста диссертации не совсем ясна роль наночастиц золота в составе сорбента $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2-(\text{CH}_2)_3\text{-SH}@Au_{\text{колл}}$ при сорбции доксорубицина. Есть ли преимущества сорбента, модифицированного золотом, перед аналогичным материалом без золотых наночастиц?

Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что сделанные замечания не снижают положительной оценки диссертации. Работа Д.В. Пряжникова соответствует паспорту специальности 1.4.2 – Аналитическая химия и выполнена на современном теоретическом и экспериментальном уровне. Автореферат диссертации и публикации автора в достаточной мере отражают содержание диссертации.

По актуальности, объему исследований, научной новизне и практической значимости диссертационная работа Д.В. Пряжникова на тему «Структура и свойства модифицированных магнитных наноматериалов для сорбционного концентрирования в анализе веществ» отвечает требованиям пунктов 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении

ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в ред. 11.09.2021, как научно-квалификационная работа, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития метода магнитного сорбционного концентрирования, диссертация представляет собой завершённое исследование, а ее автор, Пряжников Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия.


Официальный оппонент:

Апяри Владимир Владимирович, доктор химических наук, главный научный сотрудник кафедры аналитической химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» (специальность 02.00.02 (1.4.2) – Аналитическая химия)

Почтовый адрес: 119991, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 3, ГСП-1, МГУ, Химический факультет, кафедра аналитической химии, сайт организации: www.msu.ru

Телефон: +7 (495) 939-46-08, e-mail: apyari@mail.ru

Я, Апяри Владимир Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.


20.06.2022

Подпись Апяри В.В. удостоверяю.

Декан химического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
академик РАН, профессор



С.И. Калмыков