

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по науке
ФГБОУ ВО «Российский химико-
технологический университет имени
Д.И. Менделеева»

А.А. Щербина

сентября 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» на диссертационную работу **Дженлоды Рустама Харсановича** на тему «Суспензионные колонки с удерживаемыми ультразвуковым полем мелкозернистыми сорбентами для концентрирования при определении различных веществ», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия

Актуальность темы исследования. Диссертационная работа Дженлоды Рустама Харсановича посвящена разработке способа сорбционного концентрирования, основанного на удерживании сорбентов в суспензионной ультразвуковой колонке и оценки его применимости для решения аналитических задач. Сорбционные методы широко используются в науке и технологии для выделения и концентрирования растворенных веществ. Для сорбционного концентрирования веществ часто используют сорбенты с частицами размером более 40 мкм (сорбционные колонки, патроны). Эффективность сорбционных колонок может быть увеличена за счет использования сорбентов с частицами меньшего размера, а также использования физических полей для интенсификации сорбционных процессов. В этой связи тема диссертации Р.Х. Дженлоды является обоснованной и, несомненно, актуальной. Используемые в исследованиях ультразвуковые стоячие волны могут как удерживать мелкие зерна сорбента, так и ускорять процесс сорбции, что является большим преимуществом перед другими методами концентрирования веществ.

Все выдвинутые на защиту положения научно обоснованы.

Теоретическая значимость работы заключается в описании сил влияющих на удерживание частиц сорбента в суспензионной колонке, а также изучения влияния ультразвуковых стоячих волн в суспензионной колонке на сорбционные процессы.

Практическая значимость работы. Развита способ проточного сорбционного концентрирования веществ с использованием суспензионной колонки при действии ультразвуковых стоячих волн. Показана возможность данного способа для концентрирования ионов металлов из водных растворов,

природных вод и вин и последующего спектрометрического определения. Впервые показана перспективность использования комбинированного действия акустического и магнитного полей на выделения нуклеиновых кислот из объектов окружающей среды (вода, почва) и их последующего качественного и количественного определения методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ).

Диссертационная работа Р.Х. Дженлоды состоит из введения, литературного обзора, экспериментальной части и трех глав с результатами и их обсуждением, включающими выводы к каждой главе, и списка литературы из 127 ссылок на отечественные и зарубежные источники, изложена на 114 страницах машинописного текста, содержит 26 рисунков и 12 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее цель, поставлены задачи и основные защищаемые положения, отмечены ее научная новизна, практическая и теоретическая значимость, представлены сведения об апробации работы, ее структура и объем.

В обзоре литературы (**глава 1**) представлены примеры использования ультразвука в аналитической химии, а именно в методах разделения и концентрирования для интенсификации применяемых процессов (ультразвуковое диспергирование, ультразвуковая экстракция, ультразвуковая дисперсионная жидкость-жидкостная микроэкстракция и др.) и сделан вывод о необходимости подробного изучения использования ультразвуковых суспензионных колонок в аналитическом приложении.

В методической (**глава 2**) части описаны конструкция суспензионной колонки, способы сорбционного концентрирования, используемые в работе, объекты исследований и методы определения веществ.

Глава 3 посвящена исследованию удерживания сорбентов в суспензионных колонках и оптимизации условий динамического режима для концентрирования веществ. Описаны закономерности удерживания частиц сорбента в суспензионной колонке, сформулированы основные требования к сорбентам для работы в ультразвуковых стоячих волнах, установлены оптимальные параметры ультразвука, скорости потока, массы сорбента, необходимого для эффективного сорбционного концентрирования.

В главе 4 рассмотрено сорбционное выделение металлов из водных растворов и вин в суспензионных колонках. Показана принципиальная возможность сорбционного извлечения РЗЭ из водных растворов и образцов вин, сорбционного концентрирования платины и палладия из солянокислых растворов. Проведено сравнение методов статической сорбции и динамической с использованием суспензионной колонки. Предложен способ определения РЗЭ в вине, основанный на их выделении и последующем определении методом МС-ИСП.

Глава 5 посвящена выделению и концентрированию нуклеиновых кислот в суспензионных колонках из природных образцов. Предложен

динамический способ выделения нуклеиновых кислот из воды и водных почвенных вытяжек с последующим количественным определением нуклеиновых кислот методом ПЦР-РВ. Показана эффективность использования суспензионных колонок и комбинированного действия акустического и магнитного полей.

К каждой главе имеются выводы. В заключении отмечено, что в результате выполненных работ проведено теоретическое описание баланса сил, возникающих в суспензионной колонке и определены основные параметры для удерживания частиц сорбентов в ультразвуковых стоячих волнах. Выбраны условия концентрирования аналитов в суспензионных колонках. Показано, что суспензионные колонки могут быть использованы для концентрирования в динамическом режиме ионов металлов из водных растворов и природных вод, а также РЗЭ из вин с последующим спектрометрическим определением. Установлена возможность использования суспензионных колонок для выделения в динамическом режиме ДНК микобактерий туберкулеза в сточных водах и почвах методом ПЦР-РВ.

Диссертация и автореферат написаны хорошим научным языком. Автореферат в полной мере отражает цели, задачи, основные положения диссертации, полностью соответствует ей по содержанию и выводам. Результаты диссертационной работы Р.Х. Дженлоды могут быть рекомендованы для изучения и внедрения в научных и образовательных организациях, где ведутся фундаментальные и прикладные исследования в области аналитического контроля, в том числе в редкометалльной, пищевой, фармацевтической промышленности, в органах санитарно-эпидемиологического и экологического контроля.

По работе возникли следующие **замечания и вопросы**.

1. Литературный обзор занимает довольно скромный объем, всего 20 страниц. Можно было бы описать больше конкретных примеров использования ультразвука в химическом анализе и привести больше материала в разделе 1.3.5. «Суспензионные колонки с удерживаемыми ультразвуковым полем сорбентами», который составляет всего 8 строчек.
2. К сожалению, не сформулированы рекомендации, как можно масштабировать предложенный процесс, не указана рекомендуемая концентрация сорбента в суспензии, не рассчитан критерий Рейнольдса для потока жидкости в колонке. Не оценен диапазон концентраций металлов, для которых применим данный метод концентрирования.
3. Было бы полезно провести оценку того, сколько циклов озвучивания выдерживает сорбент в колонке. Не наблюдалось ли механическое разрушение или наоборот, агрегирование сорбента, или изменение его сорбционной емкости после нескольких циклов озвучивания?
4. Есть погрешности в тексте работы и оформлении экспериментального материала:
 - на стр. 21 написано «сверхкритическая жидкостная экстракция», уместнее было бы «сверхкритическая флюидная экстракция»;

- на стр. 23 написано «мутный раствор, образованный каплями экстрагента», было бы правильнее «эмульсия, образованная каплями экстрагента»;
- на стр. 44 уравнение 1 (баланс сил, действующих на частицу в колонке) уместнее было бы написать в векторном виде;
- на стр. 51 на рис. 3.3. скорость потока указана в мл/мин. Так обозначается не скорость, а расход;
- на стр. 56 в таблицах 3.2. и 3.3. размер колонок указан то в мм, то в см, то диаметр, то радиус;
- в тексте раздела 3.3. и табл. 3.4. при описании извлечения меди и цинка не понятно, какая была их исходная концентрация в растворе. Происходило ли насыщение сорбента?
- на стр. 69 в табл. 4.2. в названии таблицы написано «степень извлечения», а в самой таблице указаны концентрации металлов;
- на стр. 81 из рис. 4.7.Б и подписи к нему не понятно, какой параметр менялся для столбцов с различной штриховкой;
- на стр. 107 для ссылки 57 не указано название журнала.

Сделанные замечания не отражаются на общей положительной оценке диссертационной работы.

Публикации. Основное содержание диссертации изложено в пяти статьях, 4 из которых опубликованы в рецензируемых журналах, индексируемых в базах of Science, Scopus, RSCI и рекомендованных в ВАК при Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертации.

Апробация. Основные результаты диссертации были представлены на международных и российских конференциях и опубликованы в 16 тезисах докладов в сборниках трудов этих конференций.

Заключение

Диссертационная работа Дженлоды Рустама Харсановича на тему «Суспензионные колонки с удерживаемыми ультразвуковым полем мелкозернистыми сорбентами для концентрирования при определении различных веществ» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение научной задачи по разработке способа концентрирования, основанного на удерживании сорбентов в суспензионных ультразвуковых колонках специальной конструкции, и оценка применимости этого способа для решения задач аналитической химии, что имеет существенное значение для развития приемов разделения и концентрирования веществ в аналитической химии. Работа выполнена на высоком научном уровне, соответствует направлениям исследований №№ 2, 4, 7, 8, 12, 13 и 16 паспорта научной специальности 1.4.2 – Аналитическая химия, критериям и требованиям п.9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24

сентября 2013 года № 842 (в ред. 11.09.2021), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Дженлода Рустам Харсанович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия.

Отзыв ведущей организации подготовила Мурашова Наталья Михайловна, доктор химических наук по специальности 1.4.10 Коллоидная химия, доцент, доцент кафедры Наноматериалов и нанотехнологии.

«12» сентября 2022 г.

Н.М. Мурашова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Адрес: 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9

E-mail: murashova.n.m@muctr.ru

Тел.: +7 (495) 495-21-16

Отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании кафедры Наноматериалов и нанотехнологии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (протокол № 3 от 12 сентября 2022 года).

И.о. заведующего кафедрой наноматериалов и нанотехнологии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

доктор химических наук

М.Ю. Королева

Почтовый адрес: 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9

E-mail: koroleva.m.i@muctr.ru

Тел.: +7 (495) 495-21-16

Секретарь заседания ассистент кафедры Наноматериалов и нанотехнологии

Подпись *М.Ю. Королева*
Е.В. Мищенко
УДОСТОВЕРЯЮ
УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
ФГБОУ ВО Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА



Е.В. Мищенко

(*Н.К. Калитина*)