

Протокол № 410

заседания диссертационного совета Д 212.038.08

от 16.11.2020

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 23 человек. Присутствовали на заседании 18 человек.

Председатель заседания: д. хим. наук, профессор Семенов Виктор Николаевич

Присутствовали: д. хим. наук, профессор Введенский Александр Викторович, д. хим. наук, профессор Семенов Виктор Николаевич, к. хим. наук Сладкопепцев Борис Владимирович, д. хим. наук, профессор Бутырская Елена Васильевна, д. хим. наук, профессор Бобрешова Ольга Владимировна, д. хим. наук, профессор Калужина Светлана Анатольевна, д. хим. наук, профессор Котова Диана Липатьевна, д. хим. наук, профессор Кравченко Тамара Александровна, д. хим. наук, профессор Миттова Ирина Яковлевна, д. хим. наук, профессор Семенова Галина Владимировна, д. хим. наук, профессор Сунцов Юрий Константинович, д. хим. наук, профессор Шапошник Владимир Алексеевич, д. хим. наук, профессор Хохлов Владимир Юрьевич, д. хим. наук, доцент Васильева Вера Ивановна, д. хим. наук Завражнов Александр Юрьевич, д. хим. наук, доцент Козадеров Олег Александрович, д. хим. наук, доцент Кострюков Виктор Федорович, д. хим. наук, доцент Томина Елена Викторовна.

Слушали: Председателя экспертной комиссии, созданной для предварительного ознакомления с диссертационной работой Карпова Сергея Ивановича «Кинетика и динамика сорбции полифенольных физиологически активных веществ наноструктурированными материалами» на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия, д.х.н., профессора Кравченко Т.А.

Работа выполнена в Воронежском государственном университете.

Диссертация представляется к защите впервые и удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ.

Диссертационная работа С.И. Карпова посвящена решению актуальной научной проблемы физической химии – определению роли наноструктурированности мезопористых материалов в улучшении их сорбционных свойств. Упорядоченность нового класса материалов аналогов МСМ-41, развитая поверхность их мезопор, доступность сорбционных центров и варьирование химического состава нанокомпозитов (модификации функциональными органосиланами) позволяют управлять сорбционными свойствами. На основе установленных закономерностей кинетики и равновесия сорбции полифенолов доказано увеличение эффективности их сорбции в динамических условиях, обусловленное наноструктурированностью МСМ-41 и его композитов. Преимущества упорядоченных мезопористых материалов по сравнению с традиционными неорганическими (силикагелями) и полимерными сорбентами обусловлены меньшей дисперсией скоростей массопереноса сорбата при более высокой сорбционной емкости упорядоченных кремнезёмов. Увеличение эффективности сорбентов достигается за счет максимальной полноты использования сорбционной емкости при минимальных потерях сорбата.

Наиболее существенными научными результатами, представленными в диссертационной работе, могут считаться следующие:

установлена взаимосвязь сорбционной способности наноструктурированных мезопористых кремнезёмов с их строением и условиями получения;

разработан системный подход к синтезу и модификации наноструктурированных материалов, приводящий к улучшению сорбционных свойств кремнезёмов, основанный на учете пористости и упорядоченности мезопористых сорбентов;

предложены схемы процессов гидротермального золь-гель синтеза упорядоченных кремнезёмов, отражающие стадии структуроопределяющих взаимодействий поверхностно активных темплатов с силикатной матрицей и обеспечивающие получение структурированных сорбентов с узким распределением пор по размерам, большой удельной площадью поверхности, доступностью и энергетической однородностью сорбционных центров мезопористых материалов;

раскрыты механизмы сорбции физиологически активных веществ с учетом структуры, пористости и распределения сорбционных центров по поверхности синтезированных впервые мезопористых кремнезёмов.

доказано, что упорядоченность кремнезёма МСМ-41 с гексагональной структурой мезопор, узкое распределение пор по размерам обуславливают преимущества в кинетике сорбции полифенольных веществ по сравнению с неупорядоченными кремнезёмами (силикагелями) и полимерными сорбентами;

показано, что перераспределение сорбционных центров между объемом и поверхностью кремнезёма обеспечивает более быстрое установление равновесия сорбции флавоноидов и возрастание эффективности сорбционного процесса в динамических условиях по сравнению с классическими силикагелями;

разработана асимптотическая модель смешанно-диффузионной динамики сорбции при выпуклой изотерме и обосновано ее применение для описания сорбции физиологически активных веществ (ФАВ) нанокompозитами на основе МСМ-41. Путем решения обратной задачи найдены параметры этой модели, подтверждающие эффективность аналогов МСМ-41 в процессах сорбционного выделения полифенолов, фитостеролов, фосфолипидов, их концентрирования и хроматографического разделения с близкими по природе веществами;

определено оптимальное сочетание факторов динамического сорбционного концентрирования веществ на нанокompозитах типа МСМ-41, позволяющих повысить полноту использования емкости сорбента и снизить потери целевого компонента при его сорбции;

предложен способ оценки эффективности наноструктурированных сорбционных систем для хроматографического разделения близких по свойствам ФАВ на основе расчета числа теоретических тарелок с учетом стандартного отклонения объема пропущенного раствора, характеризующего ширину фронта сорбции;

сформулированы и реализованы на практике физико-химические принципы разделения близких по сорбционным свойствам ФАВ на наноструктурированных материалах для последующего определения в экстрактах растительного сырья, физиологических жидкостях и фармпрепаратах. Учет большой удельной площади поверхности кремнезёма МСМ-41 (более $1000 \text{ м}^2/\text{г}$) и значительной доступности его сорбционных центров позволяет достигать эффективности наноструктурированного мезопористого материала при величинах чисел теоретических тарелок, на 1-2 порядка превышающих классические полимерные сорбенты и силикагели.

В диссертационной работе решена актуальная научная проблема физической химии поверхностных явлений по установлению взаимосвязи сорбционной способности наноструктурированных мезопористых кремнезёмов с их строением и условиями получения. Соискателем сформированы теоретические представления о механизме сорбции физиологически активных веществ с учетом структуры, пористости и распределения сорбционных центров по поверхности впервые синтезированных мезопористых кремнезёмов. Отмечен существенный вклад кинетики сорбции органических веществ материалами с узким распределением пор по размеру и большой

площадью поверхности. В диссертации представлено развитие теории динамики сорбции физиологически активных веществ мезопористыми материалами различной степени упорядоченности. Доказано улучшение сорбционных свойств мезопористых кремнеземов, а также возрастание эффективности сорбционного процесса в динамических условиях по сравнению с классическими силикагелями.

Работа выполнена на современном научном и методическом уровне с использованием комплекса физико-химических и химических методов исследования, математического моделирования и теоретического анализа.

Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия в соответствии с паспортами специальностей научных работников.

Полнота изложения материалов диссертации составляет 95 %. Список работ по теме диссертации включает 38 наименований, из них 34 статьи, опубликованных в российских и международных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, и 4 патента РФ.

По результатам прохождения диссертации программы «Антиплагиат» экспертная комиссия установила высокий уровень оригинальности (82 %).

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в Воронежском государственном университете, Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургском государственном университете, Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева, Самарском государственном техническом университете, Саратовском национальном исследовательском университете имени Н.Г. Чернышевского, Белгородском государственном национальном исследовательском университете, Казанском федеральном университете, Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Томском национальном исследовательском государственном университете, Российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева, а также в Институте физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Институте элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова РАН, Институте высокомолекулярных соединений РАН и Институте катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН.

Рассмотрение диссертации С.И. Карпова входит в компетенцию диссертационного совета Д 212.038.08 при Воронежском государственном университете. Комиссия рекомендует представить ее к защите по специальности 02.00.04 – физическая химия.

В качестве официальных оппонентов предлагаются:

Иванов Владимир Александрович, доктор химических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», химический факультет, кафедра физической химии, научно-исследовательская лаборатория строения конденсированных систем, старший научный сотрудник.

Долгоносов Анатолий Михайлович, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория сорбционных методов, ведущий научный сотрудник.

Онучак Людмила Артемовна, доктор химических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», химический факультет, кафедра физической химии и хроматографии, профессор.

В качестве ведущей организации рекомендуется **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН)».**

Постановили:

Принять к защите диссертацию Карпова Сергея Ивановича «Кинетика и динамика сорбции полифенольных физиологически активных веществ наноструктурированными материалами» на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Утвердить официальными оппонентами

- **Иванова Владимира Александровича**, доктора химических наук, профессора, старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории строения конденсированных систем кафедры физической химии химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»;

- **Долгоносова Анатолия Михайловича**, доктора химических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории сорбционных методов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН;

- **Онучак Людмилу Артемовну**, доктора химических наук, профессора, профессора кафедры физической химии и хроматографии химического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

Утвердить ведущую организацию по диссертации Карпова С.И. **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН)».**

Назначить дату защиты на 18 февраля 2021 г.

Разрешить опубликование автореферата диссертации на правах рукописи и утвердить список его рассылки.

Результаты голосования: «за» – 18, «против» – нет, «воздержался» – нет

Председатель

диссертационного совета



[Handwritten signature]

/ Введенский А.В. /

Ученый секретарь

диссертационного совета

[Handwritten signature]

/ Сладкопевцев Б.В. /