

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бекина Алексея Николаевича «КАРС-диагностика двуокиси углерода при адсорбции в мезопорах: спектроскопическая идентификация и описание поведения сосуществующих фаз», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика» (по физико-математическим наукам)

Диссертационная работа Бекина А.Н. посвящена развитию диагностики адсорбции методами КАРС-спектроскопии на примере исследования адсорбции двуокиси углерода в мезопористых стёклах. Актуальность обусловлена как необходимостью созданию методов диагностики структуры адсорбата в пористых материалах, так и самим объектом исследования, двуокиси углерода в нанопорах, поскольку двуокись углерода имеет такие области применения, тесно связанные с пористыми материалами, как захоронение парниковых газов, сверхкритическая экстракция и импрегнация, а также вытеснения углеводородов из пористых горных пород. Результаты работы имеют практическую значимость и научную новизну, поскольку продемонстрированы новые возможности для диагностики адсорбции с помощью КАРС-спектроскопии, которые не могут быть напрямую реализованы в таких традиционных методах, как весовой и объёмный.

В общей характеристике работы ясно изложены актуальность, предмет исследования, цели, задачи, защищаемые положения, а также сведения о публикациях и апробациях работы. Содержание глав диссертации отражено кратко и логично. Достаточное (16 рисунков) количество приведённых графиков и рисунков способствует пониманию объёма проделанной автором работы. Описание первой главы даёт необходимое представление о специфике явления адсорбции двуокиси углерода в мезопорах, об явлении КАРС и о предыстории применения КАРС-спектроскопии для диагностики двуокиси углерода в мезопорах. Характеристика второй главы даёт достаточные сведения о реализованной стационарной КАРС-спектроскопии с неколлинеарной схемой сведения лучей, об образцах мезопористых стёкол и об экспериментальном оборудовании. Краткое содержание третьей главы знакомит с основными результатами КАРС-диагностики адсорбции двуокиси углерода в мезопористых стёклах от субмонослойного заполнения поверхности мезопор до заполнения пор жидкостью. Наглядно продемонстрированы возможности различать в мезопорах первый приповерхностный слой, слой поверх него, а также жидкую фазу. Кроме того, был реализован количественный анализ упомянутых сосуществующих фаз также, что стало возможным благодаря наличию нерезонансного фона, обусловленного мезопористыми образцами. Построенные на основе данных этого анализа изотермы адсорбции достаточно хорошо соответствуют изотермам, полученным в других работах объёмным методом. Кратко изложены результаты, демонстрирующие возможность порометрии на основе полученных спектроскопических данных об сосуществующих фазах. Четвёртая глава посвящена КАРС-диагностике сверхкритической двуокиси углерода в мезопористых стёклах. Наглядно продемонстрирована приемлемость подхода к определению плотности СК двуокиси углерода в мезопорах по сдвигу её комбинационного спектра. Результаты этого подхода согласуются с поведением амплитуд спектральных вкладов сверхкритической двуокиси углерода в мезопорах, а также с результатами других работ по адсорбции двуокиси углерода в мезопористых силикатных материалах.

Автореферат диссертации Бекина А.Н. отвечает всем требованиям, установленным МГУ имени М.В. Ломоносова, в частности, требованиям Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а соискатель Бекин Алексей Николаевич, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата

физико-математических наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика» (по физико-математическим наукам)

Кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник



Верещагин К.А.

Дата отзыва: « 09 » декабря 2022 г.

Данные об авторе отзыва:

Верещагин Константин Александрович

Должность: старший научный сотрудник

Организация: Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук

Адрес организации: 119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38

Рабочий телефон: 7 (499) 503-8797

Рабочий email: [veresch@kapella.gpi.ru](mailto:veresch@kapella.gpi.ru)

Я, Верещагин Константин Александрович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.013.4 и их дальнейшую обработку.

Подпись К.А. Верещагина удостоверяю: