

## **ОТЗЫВ**

научного руководителя на диссертационную работу Горшкова В.С.  
«Наночастицы серебра и меди в ионообменных матрицах (МФ-4СК, КУ-23) в  
реакции восстановления кислорода при катодной поляризации»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по  
специальности 02.00.04 – физическая химия (химические науки)

**Актуальность проблемы.** Диссертационная работа Горшкова В.С. посвящена исследованию актуального вопроса физической химии – выявлению закономерностей кинетики и динамики восстановления кислорода, растворенного в воде, на нанокомпозитах при катодной поляризации. В зависимости от решаемых задач были получены нанокомпозиты на основе ионообменных матриц – ионообменных мембран и гранулированных ионообменников с химически осажденными дисперсными металлами, различающимися размерами наночастиц и их массовым содержанием.

Работа выполнена согласно тематическому плану Воронежского государственного университета «Исследование сорбционных и электрохимических процессов на границах раздела многокомпонентных органических и неорганических ионообменных, металл – полимерных, металл – оксидных и металлических систем с ионосодержащими растворами» в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ (номер государственной регистрации 01201263906). Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (гранты № 11-08-00174\_a, 14-08-00610\_a).

Результаты исследования соответствуют Приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (индустрия наносистем) и Перечню критических технологий РФ (технологии получения и обработки функциональных наноматериалов); вносят вклад в развитие современной физической химии, что подтверждается списком публикаций соискателя по теме работы.

**Цель работы** состояла в определении роли размерного и ионообменного факторов в кинетике и динамике восстановления растворенного в воде кислорода на нанокомпозитах металлов (Ag, Cu) с ионообменными матрицами (МФ-4СК, КУ-23) в условиях катодной поляризации.

**Глубина раскрытия темы.** Тема раскрыта на примере ряда нанокомпозитов металлов (Ag, Cu) с ионообменными матрицами (МФ-4СК, КУ-23), гранулированный ионообменник был взят в различных ионных формах ( $H^+$ ,  $Na^+$ ). Полученные материалы подробно охарактеризованы физическими методами в специализированных центрах. Проведены масштабные исследования кинетики восстановления кислорода на врачающихся электродах с поляризацией тонкой пленки или единичного зерна нанокомпозитов, динамики удаления кислорода в сорбционно-мембранных электролизерах разной конструкции, в зависимости от природы металла и ионной формы матрицы.

**Новизна работы.** Все приведенные в работе результаты являются новыми.

Впервые обнаружено повышение предельного внешнедиффузионного тока при электровосстановлении кислорода за счет малого содержания металлического компонента в тонкопленочном композитном материале дисперсный металл (Ag, Cu) – ионообменная мембрана МФ-4СК – активный уголь за счет перехода от двухэлектронного механизма реакции, характерного для углеродного компонента, к четырехэлектронному, свойственному компактным металлам. При этом значения плотностей токов обмена, рассчитанные на электрохимически активную площадь поверхности, свидетельствуют о каталитической активности нанокомпозитов.

Впервые показано, что предельный ток по кислороду на единичной грануле нанокомпозита металл-ионообменник соответствует четырехэлектронному механизму реакции и практически не зависит от размера частиц металла (Ag, Cu) и ионной формы полимерной матрицы.

Впервые показано влияние природы металла на редокс-сорбцию кислорода из воды при гальваностатической поляризации зернистого слоя нанокомпозитов металл-ионообменник предельным током. В силу неравномерности распределения концентрации кислорода по высоте слоя и на его основной части устанавливается диффузионно-кинетический контроль.

Впервые реализован многоступенчатый сорбционно-мембранный электролизер с наиболее полным удалением кислорода из воды, что достигнуто разделением зернистого слоя нанокомпозита на ступени малой высоты с их поляризацией собственным предельным током.

**Научное и практическое значение выводов работы.** В работе дано решение актуальной научной задачи – установления роли природы металла, размерного и ионообменного факторов на кинетику и динамику восстановления кислорода на катодно-поляризуемых нанокомпозитах металл-ионообменная матрица. Работа дает рекомендации по реализации процесса непрерывного безреагентного обескислороживания воды с заданным уровнем в многоступенчатом сорбционно-мембранным электролизере при катодной поляризации зернистого слоя нанокомпозита.

**Общая характеристика работы.** Качество написания и оформление работы заслуживают высокой оценки. Автореферат отражает основное содержание работы. Результаты опубликованы в журналах «Физическая химия» и «Сорбционные и хроматографические процессы», рекомендуемых ВАК РФ, неоднократно докладывались на научных конференциях. Получен патент на полезную модель.

**Характеристика соискателя.** В.С. Горшков занимается научной работой, начиная с 3-го года обучения в ВГУ, специализируясь по кафедре физической химии. В течение всего периода обучения в университете проявил себя как творчески мыслящий, самостоятельный и инициативный исследователь.

В 2013-м году В.С. Горшков получил грамоту лауреата молодёжного конкурса научных работ за доклад на международной конференции «Ионный перенос в органических и неорганических мембранах».

Считаю, что В.С. Горшков полностью и успешно решил поставленную перед ним научную задачу. Представленная им диссертационная работа является актуальным исследованием в области физической химии металлионообменных нанокомпозитов и отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Научный руководитель,  
Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор химических наук,  
профессор кафедры физической химии  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
университет» (ФГБОУ ВПО «ВГУ»)  
394006, Воронеж, Университетская пл., 1.  
Тел. (473) 220-75-21. Факс (473) 220-87-55.  
E-mail: krav280937@yandex.ru



15.09.2014