

## Отзыв

### на автореферат диссертации Горшкова В.С.

на тему «Наночастицы серебра и меди в ионообменных матрицах (МФ-4СК, КУ-23) в реакции восстановления кислорода при катодной поляризации», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия

Интерес к исследованиям ультрадисперсных систем с точки зрения физической химии обусловлен возможностью повышения скорости гетерогенных химических реакций при переходе к реагентам нанометрового диапазона. Определение роли размерного и ионообменного факторов в кинетике восстановления растворенного в воде кислорода на нанокомпозитах (НК) металлов с ионообменными матрицами в условиях катодной поляризации является актуальной задачей, решению которой посвящена работа Горшкова В.С.

Автором работы проведено исследование кинетики процесса восстановления кислорода на тонкопленочном НК металл (Ag, Cu) – ионообменная мембрана МФ-4СК – активный уголь, показано, что присутствие наночастиц металла в композите приводит к переходу от двухэлектронного механизма реакции к четырехэлектронному, при этом контролирующей является стадия внешнедиффузионного переноса кислорода с частичным вкладом стадий внутридиффузионного переноса кислорода и переноса заряда. Исследована кинетика диффузионного переноса в процессе восстановления кислорода с поляризацией единичного зерна НК металл (Ag, Cu) – ионообменник КУ-23, установлено, что реакция протекает по четырехэлектронному механизму и практически не зависит от размера частиц металла (Ag, Cu) и ионной формы ( $H^+$ ,  $Na^+$ ) полимерной матрицы (КУ-23), что отвечает лимитирующему стадии внешнедиффузионного переноса кислорода. Исследована динамика восстановительной сорбции кислорода из воды на зернистом слое НК металл (Ag, Cu) – ионообменник КУ-23 при катодной поляризации. На основе полученных результатов впервые реализован непрерывный процесс обескислороживания воды с заданным уровнем в многоступенчатом сорбционно-мембранным электролизере, на который получен патент РФ.

Работа Горшкова В.С. содержит большой экспериментальный материал, который лежит в основе сформулированных в работе выводов, имеющих как теоретический, так и практический характер, и прошла хорошую апробацию. Результаты работы достаточно полно опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

При ознакомлении с авторефератом возникло следующее замечание. Отмечается, что в случае НК Cu·КУ-23 наблюдается более низкий уровень содержания кислорода на выходе из зернистого слоя по сравнению с НК Ag·КУ-23, отличающегося только природой и размером наночастиц металла в полимерной матрице (стр. 12 автореферата). Для НК Ag·КУ-23 показано, что процесс восстановления  $O_2$  лимитируется стадией внешней диффузии, что подтверждено отсутствием зависимости уровня кислорода на выходе из зернистого слоя от размера частиц серебра в полимерной матрице. Для НК Cu·КУ-23 отмечается, что процесс протекает в смешанном диффузионно-кинетическом режиме. Остаётся не совсем понятным, каким образом, только изменение природы и размера наночастиц в НК приводит к переходу процесса из диффузионного в диффузионно-кинетический режим с одновременным понижением уровня кислорода на выходе из зернистого слоя НК.

Считаем, что в целом результаты работы, как по научной новизне, так и по практической значимости соответствуют требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, и автор работы Горшков В.С. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Профессор кафедры химии и биотехнологии, д.х.н. *Лукьянчук* – Вольхин Владимир Васильевич

Доцент кафедры химии и биотехнологии, к.х.н. *Казаков*

Казаков Дмитрий Александрович

Россия, г. Пермь, 614990, Комсомольский проспект, 29;

Тел. (342)239-15-11, E-mail: vvv@pstu.ru;

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

*Подпись Вольхина В.В.*  
*Казакова Д.А. заверена*



Специалист УК  
Ю.А. Базырева