

## ОТЗЫВ

зарубежного научного руководителя/консультанта, д.х.н., профессора Садыкова Владислава Александровича на диссертационную работу Алтынбековой Динары Тансыковны на тему «Синтез и исследование ортониобатов лантана, сплавов (Ni, Cu, Co и Ag) и композитов на их основе, полученных в среде изопропанола при сверхкритических параметрах», представленную на соискание ученой степени доктора PhD по образовательной программе 8D05311- «Химия»

Настоящая диссертационная работа посвящена разработке нанокompозитных материалов на основе ортониобатов лантана со структурой шеелита и металлических сплавов, полученных в среде изопропанола при сверхкритических параметрах, для формирования функционального слоя протонпроводящей мембраны и её применения в мембранных каталитических реакторах с целью получения чистого водорода путем углекислотной конверсии метана.

За период выполнения диссертационной работы Алтынбековой Д.Т. был проработан значительный объём литературных источников и подготовлен развернутый литературный обзор, включающий следующие основные разделы: водородная энергетика и методы получения водорода; мембранные технологии; материалы для создания композитных мембран со смешанной проводимостью; сплавы никеля, меди, кобальта и серебра; ортониобаты лантана и влияние допирующих катионов на их транспортные свойства.

Полученные в диссертационной работе результаты позволяют решать широкий круг теоретических и прикладных задач в области современной физической химии, материаловедения, химии твёрдого тела и гетерогенного катализа. В частности, разработка нанокристаллических и нанокompозитных материалов с высокой ионной (протонной, кислородно-ионной) и смешанной ионно-электронной проводимостью для водородопроницаемых мембран требует точного контроля дефектной структуры, текстуры и транспортных свойств материалов, а также всестороннего исследования их физико-химических характеристик.

Данные, представленные в диссертационной работе, имеют важное значение для решения экологических задач и развития «зелёной» энергетики Республики Казахстан и направлены на разработку и экспериментальную апробацию отечественных высокоэффективных композитных мембран, применимых в процессах углекислотной конверсии метана с получением водорода.

В ходе проведённых исследований впервые синтезированы наноструктурированные оксидные сплавы  $\text{NiCuO}_x$ ,  $\text{NiCoO}_x$ ,  $\text{CoCuO}_x$  и  $\text{NiCoAgO}_x$ , а также сложные оксиды со структурой шеелита и нанокompозиты на их основе, полученные различными методами в среде изопропанола при сверхкритических условиях. Впервые исследованы их транспортные

свойства: протонная проводимость определена методом импедансной спектроскопии, а подвижность решётчного кислорода — методом температурно-программированного изотопного обмена с расчётом коэффициентов диффузии кислорода.

Разработана методика нанесения нанокompозитов на пористые металлические подложки, обеспечивающая высокую водородную проницаемость в среднетемпературном диапазоне. На основе композита  $\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$  и катализатора (5 % Ni + 1 % Ru)/ $\text{Pr}_{0,3}\text{Ce}_{0,35}\text{Zr}_{0,35}\text{O}_2$ , нанесённого на пористый металлический носитель, разработаны асимметричные протонпроводящие мембраны и изготовлен мембранный реактор, успешно протестированный в реакции углекислотной конверсии метана при температуре 700–800 °С.

По результатам диссертационной работы Алтынбековой Д.Т. опубликовано в соавторстве 11 научных работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, 2 статьи в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, а также 5 публикаций в материалах республиканских и международных научных конференций.

При выполнении диссертационной работы Алтынбекова Д.Т. проявила себя как сформировавшийся современный высококвалифицированный специалист в области гетерогенного катализа, способный самостоятельно решать сложные и актуальные научно-технические задачи. Считаю, что диссертационная работа Алтынбековой Д.Т. «Синтез и исследование ортониобатов лантана, сплавов (Ni, Cu, Co и Ag) и композитов на их основе, полученных в среде изопропанола при сверхкритических параметрах», выполнена на высоком научном уровне и по своей актуальности, научной новизне и практической значимости полностью соответствует требованиям Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05311 - «Химия», а её автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD).

Научный руководитель/консультант:

Доктор химических наук, профессор,  
г.н.с. Института катализа  
им Г.К. Борескова СОРАН

Садыков В.А.

