

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы  
Кузенова Сергея Ризабековича «Оптимизация ванадиевых сплавов для  
создания мембран, обладающих высокопроизводительным переносом  
водорода», представленной на соискание ученой кандидата технических наук  
по специальности 2.6.17 Материаловедение

Диссертационная работа Кузенова С.Р. посвящена созданию материалов и мембран на их основе для получения сверхчистого водорода. Известно, что обеспечить чистоту водорода выше 99.99999% могут металлические мембраны на основе палладия, но они имеют высокую стоимость и относительно небольшую производительность, в ряде случаев недостаточную для применения в водородных технологиях.

Решением данной проблемы может служить выбор материала для мембран, оптимального с точки зрения скорости переноса водорода в нем (выше чем в палладии и его сплавах), более низкой стоимости (желательно, чтобы материал не содержал драгметаллов) и устойчивого к охрупчиванию при абсорбции в нем большого количества водорода.

В автореферате диссертации Кузенова С.Р. представлены и подробно охарактеризованы новые перспективные материалы, которые вполне удовлетворяют описанным выше требованиям - ОЦК сплавы ванадия и железа. В результате систематических исследований автором диссертации было доказано, что скорость переноса водорода в данных сплавах остается величиной, сравнимой со скоростью переноса водорода в чистом ванадии (в котором она рекордная среди всех металлов, включая палладий). В работе было определено оптимальное содержание легирующего элемента, позволяющего предотвратить разрушение мембраны в среде водорода (ванадий легко охрупчивается при абсорбции водорода). Автором работы экспериментальным путем получены основные параметры, ответственные за транскристаллический перенос водорода в сплавах V-Fe, а именно – константа растворимости и коэффициент диффузии водорода и определено влияние железа на оба параметра. Определена также оптимальная температура эксплуатации мембран из сплавов V-Fe, покрытых тонким микронным слоем палладия, обеспечивающим катализ абсорбции/десорбции молекулярного водорода и защищающим мембрану от коррозии при ее работе с водородными смесями, образующимися при конверсии углеводородных топлив. Автором продемонстрирована возможность создания из данных сплавов высокопроизводительных мембран трубчатой формы для выделения водорода, способных работать в течение нескольких тысяч часов без существенного снижения их производительности, которая в несколько раз выше производительности мембран из палладиевых сплавов.

Перечисленные выше результаты имеют как научную ценность с точки зрения новых результатов, полученных при исследовании

водородопроницаемости сплавов, так и практическую ценность для решения проблемы эффективного получения особо чистого водорода, требуемого в ряде специальных приложений водородных технологий.

Материал четко и последовательно изложен в автореферате. По теме работы опубликовано 5 статей в российских и зарубежных высокорейтинговых журналах. Работа была представлена научной общественности на российских и международных конференциях.

При ознакомлении с авторефератом диссертационной работы возникли следующие вопросы и замечания:

1. Чем обоснован выбранный размер трубчатых мембран?
2. Представляет практический интерес влияния примесей и других газов, присутствующих в водороде до разделения на производительность и стойкость исследованных мембран. В работе исследования проводились только с чистым водородом.
3. Было бы полезным провести экономический анализ процесса создания и оценить себестоимость мембран из сплавов V-Fe с палладиевым покрытием.

Вопросы и замечания носят частный характер и не отражаются на общей высокой оценке исследования.

По своей актуальности, новизне, целостности и значимости диссертационная работа соответствует пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842 (с последующими изменениями) а ее автор, Кузенов Сергей Ризабекович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение.

Лакеев Сергей Георгиевич  
кандидат физико-математических наук  
по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния,  
доцент по специальности физическая химия  
Руководитель проекта «Водородная энергетика»  
Проектный офис перспективных исследований и разработок  
Госкорпорация «Росатом»  
119017, г. Москва, ул. Большая Ордынка, д. 24  
+7-499-949-42-79  
SGeLakeev@rosatom.ru

С.Г. Лакеев

«12» ноября 2024 года



*Сергей Лакеев, С.Г.*  
*Удостоверение*  
Зам. начальника Управления по  
работе с персоналом ЕН Росатом  
О.Ю. КАХЕРСКИЙ