

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бочарникова Михаила Сергеевича  
на тему «Разработка и исследование металлгидридных компрессоров водорода высокого давления для систем аккумулирования энергии», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы»

Диссертационная работа Бочарникова М.С. посвящена разработке научно-технических основ создания металлгидридных компрессоров водорода высокого давления (МГТСК-ВД), которые, в свою очередь, предназначены для создания и обеспечения условий широкомасштабного применения оборудования на водородном энергоносителе в составе ныне разрабатываемых водород-топливных (ВТЭК) и транспортно-водородных (ТВЭК) энергокомплексов на основе использования ВИЭ и избыточных мощностей АЭС, а также для целевого предназначения, например, заправочных станций и резервных систем электропитания.

Поставленные цели соискателем Бочарниковым М. С, как следует из его автореферата и публикаций по теме диссертации, успешно решены и получено подтверждение по итогам исследований на двух типах МГТСК-ВД водорода производительностью до 15 м<sup>3</sup>/ч и, в частности, с обеспечением повышения давления водорода с 0,35 до 15 МПа и опытно-экспериментального комплекса производства, компримирования и хранения водорода.

В автореферате отражены результаты исследований и выявлены причины изменения водород-сорбционных характеристик сплавов  $\text{LaNi}_5$  и  $\text{La}_{0,5}\text{Ce}_{0,5}\text{Ni}_5$  при многократных циклах сорбции/десорбции водорода (в температурном диапазоне от 20 до 150°C и диапазоне давлений от 0,35 до 15 МПа) в течение длительного периода эксплуатации (12 месяцев, 18 180 циклов) МГТСК-ВД.

Рассмотрены способы улучшения тепло-массообменных процессов при сорбции/десорбции водорода: введение в металлгидридную засыпку теплопроводящих матриц и смешивание металлгидрида с различными высоко теплопроводящими добавками (графит, медные и алюминийевые порошки).

Проанализированы подходы к осуществлению оптимизации и повышения эффективности конструкций металлгидридных компрессоров с помощью моделирования физико-химических процессов, протекающих в них. Проанализированы существующие металлгидридные компрессоры, их конструкции, схемы и режимы работы.

В работе представлено описание испытательного стенда и методик проведения экспериментальных исследований. Приведена математическая модель, предназначенная для численного исследования процессов тепломассопереноса в слоях металл-гидридов и их композиций с теплопроводящими добавками при сорбции и десорбции водорода.

Кроме того, представлены результаты исследований гидридообразующих систем и были выбраны гидридообразующие интерметаллические соединения (ИМС), которые имеют высокую скорость обратимой сорбции водорода, циклически стабильны, достаточно устойчивы к воздействию небольшого количества отравляющих газов и образуют только одну гидридную фазу.

Результаты моделирования показали, что конструкция металлгидридного компрессора обеспечивает требуемые характеристики по производительности и компрессии водорода при заданных условиях по входному давлению водорода и температурному интервалу теплоносителя.

Следует особо отметить практическую значимость результатов исследований диссертанта, которая состоит в том, что с его участием создан и введен в эксплуатацию в АО

«СКТБЭ» опытно-экспериментальный комплекс по производству, компримированию и хранению водорода с использованием МГТСК-ВД.

Опытно-экспериментальный комплекс производства, хранения и компримирования водорода (далее – опытно-экспериментальный комплекс) разработан и создан в АО «СКТБЭ» и предназначен для получения водорода с чистотой 99,9999% об. путем заполнения металлгидридных аккумуляторов при давлении 0,4 МПа и стальных баллонов при давлении 15 МПа с помощью металлгидридного компрессора.

Результаты исследований, представленные в автореферате, указывают на завершённую научно-квалификационную работу, соответствующую всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., ред.01.10.2018г. а ее автор Бочарников М.С. заслуживает присвоения ему искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01-«Энергетические системы и комплексы».

Отзыв составил главный научный сотрудник Департамента экономики и жизненного цикла АЭС (ДЭ и ЖЦ АЭС) Акционерного общества «Всероссийского научно-исследовательского института по эксплуатации атомных электростанций» (АО «ВНИИАЭС») 109507, Москва, ул. Ферганская, д.25, тел. (910)494-01-55, [tospo@mail.ru](mailto:tospo@mail.ru)

Доктор технических наук

Чаховский В.М.

Ученый секретарь АО «ВНИИАЭС»

21.10.19

Просвирнов А.А.

109507, Москва, ул. Ферганская, д.25  
т. (495) 376-15-04, [aaprosvirnov@vniiaes.ru](mailto:aaprosvirnov@vniiaes.ru)



Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (АО «ВНИИАЭС») 109507, Москва, ул. Ферганская, д.25 тел. (499)796-91-33, [www.vniiaes.ru](http://www.vniiaes.ru), e-mail: [vniiaes@vniiaes.ru](mailto:vniiaes@vniiaes.ru)