

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор

ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский университет «МЭИ»

д.т.н., доцент

Драгунов Виктор Карпович

« 05 » ноября 2019г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" на диссертацию Бочарникова Михаила Сергеевича «Разработка и исследование металлгидридных компрессоров водорода высокого давления для систем аккумулирования энергии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы».

1. Актуальность темы исследования

Диссертация Бочарникова Михаила Сергеевича посвящена вопросам разработки научно-технических основ создания металлгидридных систем для компримирования водорода до высоких давлений, и предназначенных для хранения водорода и использования его в гибридных энергокомплексах с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ), на заправочных станциях и в резервных системах электропитания. Многие преимущества металлгидридных компрессоров: высокая чистота десорбируемого водорода, возможность достижения весьма высоких давлений, модульность и масштабируемость конструкции и др. обуславливают перспективность создания эффективных систем,

необходимость исследования устойчивости их работы в течение продолжительного времени эксплуатации (тысячи циклов "сорбция-десорбция"), анализа факторов, определяющих динамику протекающих процессов. Именно эти важнейшие вопросы и определили цели и задачи выполненной диссертантом работы. В связи с изложенным актуальность темы диссертации Бочарникова Михаила Сергеевича не вызывает сомнений.

Диссертация содержит введение, пять глав, заключение, список литературы, содержащий 172 наименования. Текст работы изложен на 186 страницах, проиллюстрирован 103 рисунками и 24 таблицами.

2. Научная новизна исследований

В ходе выполнения работы определены характеристики наиболее перспективных металлгидридных материалов, пригодных для использования в компрессорах водорода, получены экспериментальные данные о процессах тепломассопереноса в слоях металлгидридов, в том числе и для случая внедрения в пористую среду теплопроводящих добавок. Предложена инженерная модель для расчета металлгидридных систем с целью получения характеристик, необходимых для принятия более эффективных технических решений. Предложена и обоснована оригинальная конструкция металлгидридного модуля, отличающаяся надежностью и эффективностью. Конструкция модуля запатентована (Пат. на ПМ 147395 РФ). Данная конструкция легла в основу создания металлгидридных систем компримирования водорода производительностью до 15 м³/ч. Исследованы и выявлены причины снижения водородсорбционных свойств сплавов при их длительной эксплуатации.

3. Практическая значимость работы

Результаты диссертации могут быть использованы в научно-исследовательских и учебных заведениях и технологических компаниях, занимающихся проектированием и внедрением водородных систем накопления

энергии: ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», ФГБУН Объединенный институт высоких температур Российской академии наук, ФГБУ «Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"», ФГБУН Институт проблем химической физики Российской академии наук, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», ООО «ИнЭнерджи», АО «СКТБЭ», а также на предприятиях по производству технического водорода, таких как ООО «НИИ КМ», АО «ЛИНДЕ ГАЗ РУС» и др.

4. Достоверность результатов исследований

Достоверность полученных экспериментальных результатов определяется использованием современной измерительной базы, прошедшей предварительную поверку на контрольных стендах. Достоверность результатов расчета обусловлена использованием в основе математической модели фундаментальных физических законов, выбором наиболее надежных соотношений для замыкания математической модели, проведением серии методических и тестовых расчетов, соответствием результатов расчета полученным экспериментальным данным.

В диссертационной работе сформулированы положения, выносимые на защиту:

1. Результаты экспериментальных исследований процессов, в том числе тепломассопереноса, проходящих при обратимом взаимодействии водорода с интерметаллическими соединениями $(La,Ce)Ni_5$ и их композициями с теплопроводящими добавками.

2. Математическая модель, описывающая работу металлгидридного компрессора водорода, и результаты ее верификации на основе экспериментальных данных.

3. Оригинальная конструкция масштабируемого металлгидридного модуля, предназначенного для создания промышленных металлгидридных систем компримирования водорода производительностью до 15 м³/ч.

4. Результаты длительных испытаний двух типов изготовленных металлгидридных компрессоров водорода производительностью до 15 м³/ч и созданного комплекса производства водорода под давлением 15 МПа с электролизером и металлгидридным компрессором.

Обоснованность научных положений, выводов и заключений диссертации подтверждаются представленными в тексте диссертации результатами теоретических и экспериментальных исследований.

Содержание автореферата полностью соответствует материалам, изложенным в диссертации.

5. Апробация работы и публикации по диссертации

Основные результаты работы докладывались на российских конференциях и опубликованы в 13 печатных трудах, в том числе: две статьи в журнале, входящем в международные реферативные базы данных и системы цитирования Web of Science и Scopus, три статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, перечень которых устанавливается Министерством образования и науки Российской Федерации.

6. Замечания по работе

Было бы полезно систематизировать обширные данные, полученные в работе, и представить сравнение показателей, характеризующих экономическую эффективность альтернативных систем для компримирования водорода.

Сделанное замечание носит характер пожелания и не влияет на высокую оценку представленной на отзыв диссертационной работы.

7. Заключение по работе

Представленная диссертационная работа Бочарникова Михаила Сергеевича «Разработка и исследование металлогидридных компрессоров водорода высокого давления для систем аккумулирования энергии» является завершённым исследованием, выполненным по актуальной теме на высоком научном уровне. Диссертантом получен большой объём экспериментальных и расчетно-теоретических данных, представляющих значительный научный и практический интерес. Работа соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г, а ее автор Бочарников Михаил Сергеевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы».

Диссертационная работа Бочарникова Михаила Сергеевича обсуждена и одобрена на научном семинаре кафедры инженерной теплофизики ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ"(протокол №9/2019 от 16 октября 2019 г.).

ОТЗЫВ СОСТАВИЛИ

Заведующий кафедрой инженерной теплофизики

к.ф.-м.н., доц.

Герасимов Денис Николаевич

Профессор кафедры инженерной теплофизики,

д.т.н., с.н.с.

Яньков Георгий Глебович

111250, Москва, ул. Красноказарменная, д. 14

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ",
+7 495 362 75 60; universe@mpei.ac.ru

ВЕРНО
УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
УЧЕНОГО СОВЕТА
ННУ МЭИ



Кузовлев И.И.