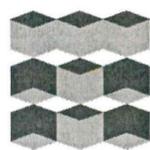


**TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY**



**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

В диссертационный совет ДС.ТПУ.03
при ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»
634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Эльмана Романа Романовича

**«Композиты на основе гидрида магния и углеродных нанотрубок для
металлогидридных систем очистки и хранения водорода»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Одним из многообещающих гидридообразующих металлов для хранения водорода является магний. Магний обладает низкой стоимостью, низкой плотностью ($1,74 \text{ г/см}^3$), а также высокой емкостью хранения водорода в его гидриде, теоретическая величина которой может достигать 7,6 масс. %. Несмотря на преимущества данного материала, существует множество недостатков, свойственных магнию и его гидриду. К ним относятся высокая энергия активации процессов сорбции и десорбции, необходимость эксплуатации при высокой температуре, а также невыдающаяся циклическая стабильность. Сорбционные и десорбционные свойства магния и его гидрида могут быть улучшены путем добавления к нему углеродных нанотрубок с образованием композитной системы. Однако, несмотря на относительно большое количество информации в научной литературе, для эффективного применения композитов на основе гидрида магния и углеродных нанотрубок необходима дополнительная информация, включающая в себя определение механизма взаимодействия материала с водородом, анализ взаимосвязей между компонентами композита, выявление реакций системы на изменения внешних параметров, таких как температура и давление, а также оценку поведения металлогидридной засыпки в эксплуатационных условиях с учетом термодинамических характеристик системы хранения водорода.

Диссертационная работа Эльмана Романа Романовича посвящена изучению структурно-фазового состояния и эволюции дефектной структуры сформированного композита, исследованию влияния углеродных нанотрубок на характеристики процессов сорбции и десорбции водорода синтезированным композитом, определению оптимальной конструкции металлогидридной системы на основе гидрида магния и углеродных нанотрубок при помощи методов численного моделирования. Проведенные комплексные фундаментальные и прикладные исследования, направленные на усовершенствование свойств материала-накопителя водорода и оптимизацию конструкции металлогидридных реакторов, оснащенных теплообменником, позволяют

разрабатывать технологические подходы формирования, управления и прогнозирования, обеспечивающие свойства и характеристики установок, применяемых в рамках конкретных приложений водородной энергетики.

Научная новизна исследования заключается в том, что в работе впервые произведена оценка фазовых переходов и эволюции дефектной структуры композитной системы на основе гидрида магния и углеродных нанотрубок при помощи методов *in situ* в процессе термостимулированной десорбции, показано, что для композита на основе гидрида магния и углеродных нанотрубок наблюдается десорбция водорода при температурах, ниже температуры диссоциации гидрида магния, показано, что внедрение углеродных нанотрубок в структуру гидрида магния приводит к формированию дефектной структуры в области внедрения, продемонстрировано, что добавление углеродных нанотрубок к гидриду магния приводит и к улучшению теплообмена, и к снижению энергии активации процессов сорбции и десорбции водорода.

Эльман Роман Романович приложил много усилий для выполнения расчетных работ самостоятельно, проведения экспериментальных исследований в составе научного коллектива, обработки результатов измерений, а также их анализа на основе существующих представлений в области физики конденсированного состояния. Эльман Роман Романович проявил себя как трудолюбивый, инициативный и ответственный исследователь, способный добиваться поставленной цели.

Основные результаты, изложенные в диссертационной работе, были опубликованы в ведущих российских и международных журналах. Всего было опубликовано 2 статьи в российских изданиях, рекомендованных ВАК, и 13 статей в зарубежных изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science (в том числе 8 статей в журналах I квартиля, 2 статьи в журналах II квартиля, 1 статья в журнале III квартиля, 2 статьи в журналах IV квартиля).

Считаю, что диссертационная работа «Композиты на основе гидрида магния и углеродных нанотрубок для металлгидридных систем очистки и хранения водорода» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п.2 Порядка присуждения ученых степеней в Томском политехническом университете (утвержденного Приказом №362-1/од 28.12.2021), а ее автор, Эльман Роман Романович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Научный руководитель:
к.т.н., доцент ОЭФ ИЯТШ
ФГАОУ ВО НИ ТПУ


Кудияров Виктор Николаевич
09.02.2024

подпись Кудиярова В.Н. заверяю
к.т.н., ученый секретарь
ФГАОУ ВО НИ ТПУ




Кулинич Екатерина Александровна

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. +7 (3822) 701777, доб. 1547, kudiyarov@tpu.ru