

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Короля Артема Алексеевича на тему «Материалы на основе многокомпонентных гидридообразующих сплавов для водородной энергетики: синтез, физико-механические и водородсорбционные свойства» представленная по специальности 2.6.17 – «Материаловедение» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 23 июня 2026 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 13.04.2026 г., протокол № 38.

Диссертация выполнена на кафедре физического материаловедения НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – доктор технических наук, Задорожный Владислав Юрьевич, профессор кафедры физического материаловедения НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 38 от 13.04.2026 г.) в составе:

1. Конюхов Юрий Владимирович, д.т.н., заведующий кафедрой обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья НИТУ МИСИС - председатель комиссии;
2. Жевненко Сергей Николаевич, д.ф.-м.н., профессор кафедры физической химии НИТУ МИСИС;
3. Ховайло Владимир Васильевич, д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС;
4. Крохалев Александр Васильевич, д.ф.-м.н., декан факультета технологии конструкционных материалов и профессор кафедры «Технология материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»;
5. Кудияров Виктор Николаевич, д.ф.-м.н., доцент отделения экспериментальной физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук, г. Черноголовка.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Предложены новые методы и подходы, позволяющие синтезировать многокомпонентные гидридообразующие материалы с улучшенными эксплуатационными характеристиками для обратимого взаимодействия с водородом. В работе показана перспективность использования таких методов и их комбинаций, как: экстракция висящей капли расплава, селективное лазерное плавление, механохимический синтез и т. д., для получения гидридообразующих материалов стабильных в процессах гидрирования-дегидрирования;
2. Показана перспективность практического использования аддитивных технологий для получения объемных пористых структур на основе многокомпонентных гидридообразующих сплавов, с увеличенными значением теплопроводности и

устойчивости в процессах гидрирования-дегидрирования, повышающей безопасность использования;

3. Предложены методы модификации многокомпонентных сплавов для обеспечения их гидрирования при комнатной температуре без высокотемпературной активации, а также подходы к формированию объемных материалов методом селективного лазерного плавления;

4. Установлено, что характер изменения фазовых состояний многокомпонентных сплавов системы Ti-Zr-V-Nb-Ta-Hf при взаимодействии с водородом определяется как составом сплавов, так и термобарическими условиями реакции. В работе было выявлено, что в процессе дегидрирования при повышенной температуре имеет место образование промежуточной фазы, отличной по структуре, как от исходного сплава, так и продукта гидрирования.

Теоретическая значимость и научная новизна исследования обоснована тем, что:

1. Показано, что характер изменения фазовых состояний в многокомпонентных сплавах системы Ti-Zr-V-Nb-Ta-Hf при взаимодействии с водородом определяется не только их составом, но и термобарическими условиями реакции.

2. Предложены режимы аддитивного формирования объёмных пористых структур методом селективного лазерного плавления порошков гидридообразующих сплавов. Впервые показано, что полученные данным методом компактные образцы, на основе гидридообразующих сплавов, демонстрируют кратное повышение теплопроводности по сравнению с порошковыми материалами аналогичного состава.

3. Установлено, что легирование интерметаллического соединения TiFe хромом и серой приводит к формированию второй фазы в виде сегрегационных участков, что позволяет исключить стадию высокотемпературной активации.

4. Подтверждено влияние водорода на механические свойства металл-полимерных композитов на основе гидридообразующих сплавов. Показано, что снижение прочности на растяжение таких композитных материалов связано с охрупчиванием частиц металлического наполнителя в процессе его гидрирования

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Показана возможность исключения высокотемпературной активации и проведения полного гидрирования уже при комнатной температуре многокомпонентных сплавов, как для системы Ti-Zr-V-Nb-Ta-Hf, благодаря нанесению каталитически активного слоя палладия на их поверхность, так и для сплава TiFe, благодаря его легированию хромом и серой. Такой подход существенно упрощает условия эксплуатации данных сплавов и повышает их конкурентоспособность по сравнению с другими гидридообразующими сплавами.

2. Разработаны основы методов аддитивного формирования объёмных образцов из порошков гидридообразующих многокомпонентных сплавов, позволяющей на порядок повысить значения теплопроводности по сравнению с порошками аналогичных составов. Это открывает перспективы использования таких объёмных структур в качестве материалов для хранения водорода благодаря улучшенным водородсорбционным и теплофизическим свойствам, а также повышенной безопасности системы хранения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

1. Экспериментальные результаты получены на сертифицированном оборудовании с обоснованными калибровками, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;
2. Теория построена на известных, проверяемых данных, фактах, в т.ч. для предельных случаев, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации или по смежным отраслям;
3. Установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;
4. Достоверность результатов подтверждается наличием публикаций соискателя в высокорейтинговых рецензируемых научных журналах, входящих в первый и второй квартили международных наукометрических баз Web of Science (Core Collection) и Scopus, а также выступлениями на научных конференциях и полученным патентом.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании общей концепции, анализе состояния вопроса по теме работы и постановке задач, составлении плана проведения лабораторных исследований и испытаний, в проведении научных экспериментов на всех этапах работы, в получении, обработке, анализе и обобщении результатов, формулировании выводов, а также в подготовке научных публикаций.

Соискатель представил 8 опубликованных работ из перечня, утвержденного Минобрнауки России, опубликованных в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus, а также 1 патент.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Короля Артема Алексеевича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований, объектом которых являлись гидридообразующие сплавы, разработаны подходы к формированию порошкообразных материалов и объемных структур, с улучшенными водородсорбционными свойствами, что позволило предложить ряд практически важных решений, для создания металлгидридных соединений для обратимого хранения водорода и мембранных материалов, для выделения водорода из газовых смесей. Совокупность научных и практических результатов исследований можно квалифицировать как важное научное достижение в области материаловедения для повышения эффективности и развития водородной энергетики.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Королю Артёму Алексеевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17- «Материаловедение».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



Ю.В. Конюхов
23.06.2026 г.