

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

Решение диссертационного совета от 04.10.2023 г. № 60

о присуждении Люй Цзиньчжэ (гражданин КНР) ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Влияние примесных атомов алюминия на процессы накопления и распределения водорода в магнии» по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния, принята к защите 29.06.2023 г. (протокол заседания № 56) диссертационным советом ДС.ТПУ.03, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, утвержденным приказом ректора ТПУ №15895 от 06.12.2018 г.

Соискатель **Люй Цзиньчжэ**, 1993 года рождения, в 2022 году окончил очную аспирантуру ТПУ по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия.

Диссертация выполнена в Отделении экспериментальной физики Инженерной школы ядерных технологий ТПУ.

Научный руководитель – **Лидер Андрей Маркович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой – руководитель Отделения

экспериментальной физики на правах кафедры Инженерной школы ядерных технологий ТПУ.

Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.03:

Пак Александр Яковлевич, доктор технических наук, заведующий лабораторией перспективных материалов энергетической отрасли ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»;

Тюрин Юрий Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор отделения экспериментальной физики Инженерной школы ядерных технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

и официальные оппоненты:

Грабовецкая Галина Петровна, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН) г. Томск;

Абзаев Юрий Афанасьевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Высшая математика» ФГБОУ ВО «Томский Государственный архитектурно-строительный университет» дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается их высокими квалификацией и профессиональной компетенцией в физике конденсированного состояния и наличием значительного количества публикаций в указанной области, отсутствием совместных проектов и печатных работ с соискателем и его научным руководителем.

Материалы диссертации изложены в 9 печатных работах, из них 9 статей в журналах, входящих в базы данных Scopus и Web of Science (в том числе 6 статей в журналах I квартиля, 2 статьи в журналах II квартиля, 1 статья в журналах III квартиля).

Результаты исследований, представленные в опубликованных работах, составили основу всех положений, выносимых на защиту. Требования к

опубликованию основных научных результатов диссертационного исследования выполнены полностью. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Общий объем научных изданий – более 13 печатных листов, авторский вклад соискателя – не менее 85 %.

Наиболее значимые научные работы Люй Цзиньчжэ по теме диссертационной работы указаны ниже.

1. **Lyu J.**, Kudiiarov V., Svyatkin L., Lider A., Dai K. On the Catalytic Mechanism of 3d and 4d Transition-Metal-Based Materials on the Hydrogen Sorption Properties of Mg/MgH. // *Catalysts*, 2023. – Vol. 13. – P. 519.

2. **Lyu J.**, Elman R., Svyatkin L., Kudiiarov V. Theoretical and experimental research of hydrogen storage properties of Mg and Mg-Al hydrides // *Journal of alloys and compounds*, 2023. – Vol. 938. – P. 168618.

3. **Lyu J.**, Kudiiarov V., Lider A. Experimentally Observed Nucleation and Growth Behavior of Mg/MgH₂ during De/Hydrogenation of MgH₂/Mg: A Review // *Materials*. – 2022. – Vol. 15. – №. 22. – P. 8004.

4. **Lyu J.**, Elman R., Svyatkin L., Kudiiarov V. Theoretical and Experimental Studies of Al-Impurity Effect on the Hydrogenation Behavior of Mg // *Materials*. – 2022. – Vol. 15. – №. 22. – P. 8126.

5. **Lyu J.**, Elman R. R., Svyatkin L. A., Kudiiarov V. N. Theoretical and Experimental Research of Hydrogen Solid Solution in Mg and Mg-Al System // *Materials*. – 2022. – Vol. 15. – №. 5. – P. 1667.

6. Kudiiarov V., **Lyu J.**, Semyonov O., Lider A., Chaemchuen S., Verpoort F. Prospects of hybrid materials composed of MOFs and hydride-forming metal nanoparticles for light-duty vehicle hydrogen storage // *Applied Materials Today*. – 2021. – Vol. 25. – P. 101208.

7. **Lyu J.**, Lider A. M., Kudiiarov V. N. An overview of progress in Mg-based hydrogen storage films // *Chinese Physics B*. – 2019. – Vol. 28. №. 9. – P. 098801.

8. **Lyu J.**, Lider A., Kudiiarov V. Using Ball Milling for Modification of the Hydrogenation/Dehydrogenation Process in Magnesium-Based Hydrogen Storage Materials: An Overview // *Metals*. – 2019. – Vol. 9. №. 7. – P. 768.

9. **Lyu J., Kudiiarov V., Lider A.** An Overview of the Recent Progress in Modifications of Carbon Nanotubes for Hydrogen Adsorption // *Nanomaterials*. – 2020. – Vol. 10, №. 2. – P. 255.

На автореферат прислали отзывы:

– **Курбатов Илья Андреевич**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и приборостроения Института промышленных технологий и инжиниринга Тюменского индустриального университета г. Тюмень;

– **Кулькова Светлана Евгеньевна**, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории физики нелинейных сред ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения СО РАН г. Томск;

– **Кузнецов Павел Викторович**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории Физической мезомеханики и неразрушающих методов контроля ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения СО РАН г. Томск.

Все отзывы положительные. Замечания не являются критическими для общей оценки работы, носят преимущественно рекомендательный характер и касаются необходимости уточнения методик проведения анализа материалов, определения погрешностей измерений, уточнения терминов и формулировок, оформления рисунков.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция модификации водородосорбционных свойств материалов на основе магния путем управления процессом фазового перехода при наводороживании;

предложен механизм повышения водородоемкости магния за счет введения примесных атомов алюминия в магний ;

доказаны перспективность использования теории функционала плотности для исследования влияния примесных атомов на водородосорбционные свойства магния.

Новые понятия и термины не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, о влиянии примесных атомов на водородосорбционные свойства материалов, показано, что необходимо учитывать процессы фазового перехода при абсорбции и десорбции водорода.

применительно к проблематике диссертации результативно, то есть с получением результатов, обладающих новизной, использован комплекс базовых методов исследования и анализа для сбора и обработки экспериментальных данных: сканирующая электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, определение содержания водорода, исследование распределения водорода по глубине, получение спектров термодесорбции водорода;

изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния Al-примеси на твердый раствор и в гидриде магния;

раскрыт механизм повышения водородоемкости магния с примесными атомами алюминия по сравнению с чистым магнием;

изучены причинно-следственные связи между распределением водорода, видом фазы и водородоемкости материалов на основе магния;

проведена модернизация алгоритма изучения накопления водорода в материалах методом термостимулированной десорбции, обеспечивающего получение результатов для анализа особенностей влияния алюминия на накопление водорода в магнии.

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

разработаны и внедрены методики расчета энергии связи водорода в водородосорбционных материалах;

определены перспективные направления практического использования полученных результатов при разработке новых материалов для хранения водорода;

создана система практических рекомендаций использования установленных закономерностей влияния примесных атомов алюминия на процессы накопления и распределения водорода в магнии;

представлены предложения по дальнейшим направлениям исследований и разработок получения водородосорбционных материалов на основе магния.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

результаты **экспериментальных работ** получены на сертифицированном оборудовании, калиброванном или поверенном в установленном порядке с использованием современных экспериментальных методов;

теория построена на известных, проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными и данными других исследований по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики, обобщении опыта исследований по тематике модификации водородосорбционных свойств материалов на основе магния;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с данными других авторов, представленными в научной литературе;

использованы стандартные методики статистической обработки результатов экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах подготовки диссертации: проведении аналитического обзора литературы по тематике работы; планировании; постановке экспериментов и теоретических расчетов и получении исходных данных; апробации результатов исследования; обработке и интерпретации экспериментальных и теоретических данных; подготовке публикаций по выполненной работе.

На заседании 04 октября 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Люй Цзиньчжэ ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 7 человек, из них 7 докторов наук по защищаемой специальности,

участвовавших в заседании, из 3 человек, входящих в состав совета, и 4 человек дополнительно введенных в состав совета, проголосовали: за «7», против «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Председатель

диссертационного совета ДС.ТПУ.03



Кривобоков Валерий Павлович

Ученый секретарь

диссертационного совета ДС.ТПУ.03



Гынгазов Сергей Анатольевич

04.10.2023

