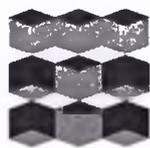


**TOMSK  
POLYTECHNIC  
UNIVERSITY**



**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 Люй Цзиньчжэ

**«Влияние примесных атомов алюминия на процессы накопления и распределения  
водорода в магнии»,**

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

Гидрид магния является одним из наиболее перспективных металлических гидридов для хранения водорода благодаря его высокой гравиметрической и объемной водородоемкости (7,65 масс. % и  $110 \text{ кг H}_2 \cdot \text{м}^{-3}$  соответственно). Кроме того, магний присутствует в земной коре в изобилии и составляет ~ 2,35% земной коры. Несмотря на высокую водородоемкость существует несколько основных препятствий на пути практического использования магния и его гидрида для хранения водорода. Водородосорбционные свойства магния могут быть улучшены при добавлении в него алюминия за счет снижения температуры десорбции водорода из матрицы магния без значительной потери водородоемкости путем легирования атомов алюминия в матрицу металлического магния и его гидрида. В настоящее время не исследовано влияние примесных атомов алюминия на процессы накопления и распределения водорода в магнии, отсутствуют теоретически расчётные данные о влиянии концентрации водорода в магнии с алюминием на энергию связи водорода и соответственно на фазовый переход в процессе наводороживания.

Диссертационная работа Люй Цзиньчжэ посвящена определению из первых принципов влияния примесных атомов алюминия на процессы растворения и особенности распределения водорода в магнии, анализу из первых принципов электронной структуры системы Mg-Al-H, формированию тонкопленочных пленок Mg и Mg-Al и изучению морфологии поверхности, фазового и элементного состава синтезированных пленок, и экспериментальному изучению накопления и распределения водорода в тонкопленочных пленках Mg и Mg-Al при газофазном наводороживании. Предложенный в диссертации подход позволил установить механизмы влияния алюминия на накопление и распределение водорода в магнии и гидриде магния.

Научная новизна исследования заключается в том, что в работе впервые определена влияние примесных атомов алюминия на характеристику распределения атомов водорода, растворимых в ГПУ решетке магния, показано влияние примесных атомов алюминия на структурообразование и характеристику распределения водорода

при формировании ОЦТ  $\beta$ -фазы из ГПУ  $\alpha$ -фазы и объяснен механизм повышения водородоемкости магния с примесными атомами алюминия по сравнению с чистым магнием.

Люй Цзиньчжэ много усилий приложил для выполнения всех расчетных работ самостоятельно, проведения экспериментальных исследований в составе научного коллектива, обработки результатов измерений, их анализа на основе существующих представлений в области физики конденсированного состояния. В целом в ходе проведения исследований Люй Цзиньчжэ проявил себя как трудолюбивый, настойчивый и ответственный исследователь, инициативный, способный добиваться поставленной цели.

Основные результаты, изложенные в диссертационной работе, были опубликованы в ведущих международных журналах. Всего было опубликовано 9 статей, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science (в том числе 6 статей в журналах I квартиля, 2 статьи в журналах II квартиля, 1 статья в журнале III квартиля).

Считаю, что диссертационная работа «Влияние примесных атомов алюминия на процессы накопления и распределения водорода в магнии» 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, Люй Цзиньчжэ, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Научный руководитель:  
д.т.н., профессор,  
заведующий кафедрой-  
руководитель ОЭФ (на правах  
кафедры) ИЯТШ  
ФГАОУ ВО НИ ТПУ

Лидер Андрей Маркович

29.05.23

подпись Лидера ~~А.М.~~ 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) 70-17-77, доб. 1078, lider@tpu.ru