

ОТЗЫВ

**официального рецензента на диссертационную работу Кожухметова Ерната Абулхайыровича
«Изменения структурно-фазового состояния сорбционно-активного материала на основе системы Ti-Al-Nb в процессе термоциклирования» на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D072300 – «Техническая физика»**

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Представленные в диссертации результаты исследования соответствуют приоритетному направлению развития науки «Энергетика и машиностроение».</p> <p>Диссертация Кожухметова Е.А. выполнена в рамках, следующих научно-технических программ:</p> <p>1. Научно-техническая программа «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан на 2018-2020 годы» (Номер госрегистрации - 0118РК01124), по теме: 02.04 «Исследование перспективных материалов на основе системы Ti-Al-Nb для хранения и транспортировки водорода».</p> <p>2. Федеральная целевая программа Российской Федерации в рамках международного многостороннего и двустороннего сотрудничества на 2014-2020 гг. (Внутренний номер соглашения 14.627.21.0003) по теме «Исследование и разработка процессов высокоомощного воздействия концентрированных потоков энергии для формирования поверхностных слоев с аморфной, нанокристаллической и интерметаллидной структурой для изделий, используемых в водородной энергетике и промышленной экологии»</p>

2.	Важность для науки	Работа вносит /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта /не раскрыта	Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку в области материаловедения и порошковой металлургии. В работе методом комбинирования современных технологических процессов впервые были получены двухфазные (O+B2) сплавы на основе системы Ti-Al-Nb, обладающие высокой сорбционной емкостью. Автором экспериментально доказана высокотемпературная стабильность структурно-фазового состояния и эксплуатационных свойств, полученных водородоёмких материалов.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	В работе приведено большое количество экспериментальных и теоретических результатов, которые были получены при непосредственном и активном участии соискателя. Диссертант самостоятельно решал существенные и конкретные задачи, важные для успешной работы коллектива по реализации прикладных задач, а также лично представлял свои результаты в ряде международных конференций. Дополнительным показателем высокого уровня самостоятельности диссертанта, служат публикации в отечественных и зарубежных научных изданиях, где он является первым автором и/или автором корреспондентом.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	В качестве основных критериев, определяющих перспективы применения тех или иных материалов для хранения водорода, обычно рассматривают величину их сорбционной емкости, рабочие температуры и давления, кинетику взаимодействия. В то же время, немаловажным является вопрос о циклической устойчивости, поскольку при многократном циклическом поглощении и выделении водорода от стабильности структурно-фазового состояния и эксплуатационных свойств зависит величина

			<p>непроизводительных энергетических потерь и, следовательно, энергетическая эффективность системы в целом.</p> <p>Отдельно следует отметить эффекты, возникающие в системах «водород-твердое тело» при высоких давлениях. Эта малоизученная область давлений представляет большой интерес для некоторых практических приложений (гибридные системы хранения, термосорбционные компрессоры). Эффективная сорбционная способность материалов в атмосфере сильно сжатого водорода, возможность новых фазовых превращений и неравновесных состояний в этих условиях требуют дополнительного экспериментального исследования. В представленной работе исследовано структурно-фазовое состояние сорбционно-активного материала на основе системы Ti-Al-Nb в процессе термоциклирования. Актуальность работы обосновано во введении и первой главе диссертации, где представлен обзор современной научно-технической литературы, на основе которого выявлены и определены направления дальнейших исследований. В этой связи актуальность выполненных автором диссертационной работы, не вызывает сомнений.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает 	<p>Приведенные в диссертации анализ современной научно-технической литературы, описание материалов и методов экспериментальных исследований, а также проведенный анализ экспериментальных данных полностью отражают тему диссертации</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 	<p>Цель и задачи полностью соответствуют теме диссертации и в полной мере раскрывают все аспекты исследования</p>

		3) не соответствуют	
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Все разделы и научные положения в диссертационной работе логически взаимосвязаны, обладают единством идей, цели, задач и полученных результатов исследований
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	По каждой главе диссертации сделаны выводы, в которых содержится критический анализ и собственное мнение соискателя по рассматриваемым вопросам. Решения, принципы и методы, предложенные автором в данной работе аргументированы и подтверждены в соответствии с основными научными методами исследования.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Научные результаты и положения диссертационной работы являются новыми, что подтверждается успешным опубликованием 3 статей в рецензируемых зарубежных научных журналах, входящих в базу данных компаний Web of Science и Scopus, 3 статей в рецензируемых печатных изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК. Необходимо отметить, что несмотря на многочисленные теоретические и экспериментальные исследования тройной системы Ti-Al-Nb, данные о высокотемпературной циклической устойчивости водородоёмких материалов на основе системы Ti-Al-Nb в современной научно-технической литературе отсутствуют
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы диссертации основаны на всестороннем анализе полученных результатов исследований с привлечением результатов и выводов других авторов. При этом сформулированные в диссертации выводы

			касаются только собственных результатов исследований и являются полностью новыми.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	При разработке способа получения водорода аккумулирующих материалов на основе системы Ti-Al-Nb, оптимизации параметров технологических процессов, описанных в главе 2 методик, был использован опыт разработок других авторов. Однако конкретные технические решения безусловно являются оригинальными
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы, приведенные в заключении, сформулированы на основе экспериментальных исследований. Они не противоречат основным положениям физики твердого тела. Выводы полностью подтверждают положения диссертационной работы.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано	Все три основных положения, вынесенных на защиту, доказаны экспериментально, с применением современных методов исследования структуры и фазового состава порошковых композиций системы Ti-Al-Nb.
		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет	Элементы тривиальности в диссертационной работе отсутствуют. Все найденные закономерности и особенности изученных процессов рассматривались не упрощенно, а с позиции современных знаний в области физики твердого тела и материаловедения
		7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет	Основные положения, выносимые на защиту, являются результатом детального анализа новых/оригинальных экспериментальных данных, полученных автором. Ранее подобные положения и результаты исследований по теме диссертации не были кем-либо описаны

		<p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) широкий</p>	<p>Уровень для применения оценивается как широкий, так как областью внедрения являются водородная энергетика, автомобильная и аэрокосмическая промышленности</p>
		<p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p>	<p>Все положения, выносимые на защиту, доказаны публикациями в периодических изданиях. На основании полученных экспериментальных данных за 2018-2021 года диссертантом опубликованы более 12 работ, в том числе: 3 статьи в базе Web of Science и Scopus, 3 статьи в рецензируемых печатных изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК; 5 работ на международных конференциях, также автором был получен инновационный патент на представленный работе способ получения водорода аккумулялирующих материалов.</p>
8.	<p>Принцип достоверности</p> <p>Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана</p> <p><u>1) да;</u></p> <p>2) нет</p>	<p>При проведении исследований было обоснованно использовано лабораторное оборудование, позволяющее получать достоверные результаты, описанные во втором разделе диссертации</p>
		<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p><u>1) да;</u></p> <p>2) нет</p>	<p>Результаты диссертационной работы получены посредством современных методов и методик. В частности, использованы методы исследования топографии, композиционного контраста и элементного состава поверхности материалов с применением СЭМ и ПЭМ с приставкой ЭДС. МА и ИПС порошковых композиций проведены с применением современного оборудования, предназначенного для высокоэнергетической обработки. Высокотемпературные многократные процессы сорбции/десорбции водородом двухфазных сплавов проводились на уникальной установке</p>

			«ВИКА»
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет	Полученные в ходе выполнения диссертационной работы выводы доказаны и основаны на оригинальных, полученных в рамках выполнения НИР экспериментальных данных
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Используемые источники литературы весьма достаточны и обширны для литературного обзора. В диссертации приведено 131 литературных источников.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет	Данные, полученные при реализации НИР в рамках диссертационной работы, могут быть использованы при объяснении характера структурных преобразований в процессе формирования композитов в неравновесных условиях, а именно в условиях быстрого нагрева и охлаждения, реализуемых при высокоэнергетической обработке порошковых композиций.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Диссертационная работа имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике при разработке

		1) да; 2) нет	технологии создания новых конструкционных материалов с комплексом оптимальных свойств, используемых в области водородной энергетики, автомобильной и аэрокосмической промышленности.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Степень новизны практических рекомендаций и предложений достаточно высокая. Предложения для практики являются полностью новыми
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма высокое, работа изложена достаточно ясным научно-теоретическим текстом.

Диссертационная работа, выполненная на тему: «Изменения структурно-фазового состояния сорбционно-активного материала на основе системы Ti-Al-Nb в процессе термоциклирования» представляет собой законченную исследовательскую работу, имеющую экспериментальный характер. К пожеланиям можно отнести то, что выводы по разделам 3 и 4 надо сформировать в более сжатой форме. Считаю, что работа по содержанию и оформлению соответствует всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК к диссертациям, а ее автор Кожакметов Ернат Абилхайырович заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по направлению подготовки кадров специальности «6D072300 – Техническая физика»

Официальный рецензент:

Начальник отдела радиационной физики
твердого тела РГП «Институт ядерной физики»,
кандидат физико-математических наук
(место работы, научное звание)



Кислицин С.Б.
(ФИО)

Подпись Кислицина С.Б. заверяю, ученый секретарь РГП ИЯФ

Бекбаев А.К.

17.03.2022