

ОТЗЫВ

**на докторскую диссертацию Сарсембаевой Толкын Ержановны на тему:
«Исследование плазменного упрочнения цельнокатаных колес для повышения технического уровня обработки и их качества по международному стандарту ИСО 1005-6» представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073200 – «Стандартизация и сертификация»**

№ 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) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого (ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p>	<p>Тема диссертации соответствует следующим приоритетным направлениям развития науки: «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции», «Машиностроение», «Производство и обработка металлов и материалов».</p> <p>Исследования проводились в рамках программы грантового финансирования Комитета науки МОН РК по проекту: №4487/ГФ4 «Разработка и опытно-промышленное внедрение инновационной технологии плазменного упрочнения вагонных колес» (2015-2017 гг.), а также АР05131581 «Развитие кластера железнодорожного машиностроения в Казахстане внедрением инновационной плазменной технологии упрочнения колесных пар» (2018-2020 гг.).</p>
2.	Важность для науки	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта	Впервые выявлены преимущества (в плане повышения износостойкости колесной стали) структуры сорбита закалки в сравнении со структурой сорбита отпуска. В частности, установлено, что при одинаковой твердости сорбит закалки с пластинчатой морфологией, образующийся при одинарной термической обработке (закалке) обеспечивает лучшие механические и служебные свойства, чем сорбит отпуска с зернистой формой карбидов, формирующийся после двойной термической обработки (закалка + средний отпуск).
3.	Принцип	Уровень	Сарсембаева Т. принимала

	самостоятельности	самостоятельности: 1) Высокий	непосредственное участие в постановке проблемы, обосновании ее актуальности, планировании и проведении экспериментов, проведении анализа по выбору оптимального диапазона твердости в паре трения «колесо-рельс», получении патента на полезную модель и публикации результатов исследований в 16 изданиях, в том числе 3 работы в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 3 статьи в международном научном издании, входящем в базу данных Scopus, 3 статьи в материалах базы данных РИНЦ, 7 статей в международных научно-практических конференциях.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована.	Работа является актуальной в области повышения износостойкости и срока службы трущихся поверхностей ответственных деталей машин. В диссертации это аргументируется тем, что с одной стороны, повышение износостойкости элементов колесных пар является важной проблемой железнодорожного транспорта, являющегося ведущей отраслью экономики страны, с другой стороны, важным фактором исследования и разработки инновационной технологии которая отличается универсальностью параметров, доступностью, экологичностью и экономической эффективностью использования.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает.	Содержание диссертации в полном объеме отражает тему диссертации и защищаемые положения.
		4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) Соответствуют.	Цель и поставленные задачи соответствуют теме исследования, четко и логически сформулированы.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны.	Диссертационная работа включает такие основные главы как введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты исследований, заключение и рекомендации по использованию результатов, список использованных источников, 5 приложений, все разделы логически взаимосвязаны, дополняют друг друга и

			последовательно раскрывают тему диссертации.
		4.5 Предложенные автором новые решения, (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть	В работе проведен анализ литературных источников, патентный поиск. Рассмотрены различные способы повышения износостойкости материалов, проанализированы традиционные технологии повышения износостойкости колес, рассмотрены инновационные технологии повышения износостойкости колес. По результатам проведенного анализа предлагается использование технологии плазменной обработки колес в сочетании с дифференцированной объемной закалкой. Данная технология является широко известной, однако впервые были выявлены преимущества структуры закалочного сорбита, образующийся при применении однократной термообработке (закалке), по сравнению с закалочным сорбитом (образующимся после двойной термообработки, состоящей из закалки + отпуска). Установлено, что при применении данной методики, одинаковой твердости закалочный сорбит обеспечивает наилучшие механические и эксплуатационные свойства.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) Полностью новые.	Научные результаты и положения являются новыми, что подтверждается выдачей патента на полезную модель РК «Способ и устройство для плазменной обработки железнодорожного колеса» согласно заявке от 18 декабря 2019 года No рег. 4808, а также опубликованными статьями в престижных научных журналах.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) Полностью новые.	Сделанные в диссертации выводы согласно проведенным исследованиям являются новыми и научно-обоснованными. Доказано, что для обеспечения высокой прочности конструкции рекомендуется следующее сочетание комплексной термообработки цельнокатаных вагонных колес: прерывистая закалка всех элементов колеса + плазменное упрочнение поверхности качения и гребня колеса. При этом достигается одновременное повышение как износостойкости рабочей поверхности колеса, так и трещиностойкости, что практически невозможно при использовании

			традиционных методов объемного и поверхностного упрочнения.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые.	Технические, технологические решения, используемые для достижения поставленной цели и задач исследования, являются новыми и обоснованными. Проведенный в работе анализ современного состояния и новых технологических решений проблемы повышения износостойкости колесной пары показывает, что ее необходимо решать комплексно, с учетом химического состава стали для колес, технологии изготовления и методов их упрочняющей термической обработки. Анализ эксплуатации колес повышенного качества и твердости после применения предлагаемой технологии выявил увеличение срока службы цельнокатаных колес не менее чем в 1,7-1,9 раза в зависимости от степени дисперсности феррито-цементитной смеси и стойкости к образованию контактных усталостных повреждений в ободу колеса в 2,0 раза. Фактический эксплуатационный ресурс неупрочненной колесной пары составляет – 95,0 тыс. км, а для упрочненной плазменной обработкой – 237,0 тыс. км, то есть увеличение в 2,5 раза.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах.	Выводы, сделанные в результате проведенных экспериментальных исследований, основаны на весомых доказательствах, обоснованы, имеют обсуждения со ссылками на современные исследования зарубежной и отечественной науки.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано. 7.2 Является ли тривиальным? 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да 7.4 Уровень для	На защиту вынесены следующие положения: 1)Повышение износо и трещиностойкости колесной стали с градиентно-слоистой структурой при поверхностной плазменной закалке экспериментально доказано и не является тривиальным. Впервые установлено, что формирование такой структуры в поверхностном слое при плазменном упрочнении происходит в диапазоне скоростей охлаждения ~ 500–1000оС/с. Доказано, что дальнейшее увеличение скорости охлаждения не приводит к образованию новых структур в гребне колеса из стали. Имеются публикации (ККСОН, материалы конференций),

применения:
3) широкий
7.5 Доказано ли в
статье?
1) да.

подтверждающие данные результаты.
2) Экспериментальное определение оптимального соотношения твердости колеса и рельса в паре трения «колесо-рельс» подтверждено проведенными исследованиями, не является тривиальным, является новым и имеет значительную практическую значимость.
3) Исследовано влияние режимов дифференциальной обработки элементов колеса (обода, диска и ступицы) на его трещиностойкость и надежность. Данное исследование подтверждено соответствующими экспериментами в работе, является новым и не тривиальным. Результаты исследований опубликованы в журнале «Steel in Translation» (Web of Science, Q3), с высокой внешней рецензией специалистов.
4) Совмещение поверхностной плазменной обработки с предварительной объемной закалкой колеса существенно повышает эксплуатационный ресурс колеса и является новым технологическим решением, что подтверждено статьей в журнале «Solid State Phenomena» (Web of Science, Q3), а также в публикациях ККСОН, апробировано в материалах международной научно-практической конференции. Данное положение является новым и не тривиальным, доступным для широкого круга специалистов в данной области.
5) Предложена количественная оценка распределения растягивающих и сжимающих внутренних напряжений в колесе после плазменной обработки. В работе доказано, что для повышения усталостной прочности металла при назначении режимов плазменной закалки необходимо создать условия, приводящие к максимальному значению остаточных сжимающих напряжений в поверхностном и подповерхностном слое металла и изменению знака остаточных напряжений на границе с исходной структурой путем преобразования сжимающих остаточных напряжений в растягивающие. Это достигается при мощности плазменной струи 15 кВт, скорости закалки 10-15 мм/с и ширине

			закаляемой дорожки 25-30 мм. Данные рекомендации являются новыми, не тривиальными и доступными широкому кругу специалистов в данной области.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да.	Выбор методологии исследований обоснован и подробно описан в соответствующем разделе диссертационной работы. Применяемые в диссертационной работе методы исследований являются современными, проведены аттестованными приборами и установками.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да.	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов структурного анализа, таких как металлографические методы исследования структуры и свойств образцов оптической и электронной микроскопией, рентгеноструктурного анализа и механических испытаний.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием 1) да	Все теоретические выводы, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментально. Установлено, что оптимальной глубиной упроченной зоны считается интервал от 1,5 до 2,0 мм с поверхностной твердостью примерно 840-860 HV, что обеспечит гарантированное повышение эксплуатационного ресурса колесных пар в 2,0-2,5 раза; Также определено оптимальное соотношение твердости колеса и рельса в паре трения «колесо-рельс», которое находится в диапазоне 1,22-1,86 и существенно снижает интенсивность износа. Доказано, что оптимальный диапазон твердости колеса находится в интервале HV554-877, а соотношение HVк/ HVр находится в пределах 1,22-1,86. Установлено, что увеличение твердости свыше 900-950HV может привести к трещинообразованию и интенсивному износу рельса
		8.4 Важные утверждения подтверждены ссылками на	Сделаны важные утверждения, подтвержденные ссылками на актуальные и достоверные литературные источники и научную литературу. Результаты

		актуальную и достоверную научную литературу	экспериментов критически обсуждены со ссылками на актуальные и весовые литературные источники.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора	По теме диссертационного исследования проработано более 116 источников литературы, включающие как отечественных, так и зарубежных авторов. Полученная информация использовалась при анализе существующей проблемы, постановке задач исследования, планировании экспериментов, а также в ходе обработки полученных данных.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да.	Теоретической базой исследований является идея осуществления глубокой связи между структурой и физико-механическими, технологическими, служебными свойствами металлических материалов. В работе показано, что при высокоскоростном нагреве и охлаждении в поверхностной зоне при плазменном тушении образуется градиентно-мешанная структура. При этом оптимальной структурой металла с позиции обеспечения необходимого набора механических свойств (прочности, твердости, пластичности и ударной вязкости) является высокодисперсный мартенсит, троосто-мартенсит и сорбит.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да.	Исследования выполнены на основе патентно-информационного поиска и проведения экспериментальных работ в лабораторном и опытно-производственном масштабе. При этом использованы как традиционные, так и современные методы научного исследования, которые не ставят под сомнение практическую значимость работы. Практическую значимость имеют исследования по распределению остаточных напряжений в ободке колеса в зависимости от режимов плазменной закалки. Показано, что оптимальное распределение остаточных напряжений (сжимающих в поверхностном слое с переходом в растягивающие в промежуточный и центральный слой) достигается при мощности плазменной струи ~ 15 кВт, скорости упрочнения 10-15 мм/с, ширине закаливаемой дорожки 25-30 мм. Эти результаты хорошо согласуются с практическими данными и

			результатами, полученными другими исследователями. Высокую вероятность применения имеют также рекомендации по оптимальному соотношению твердости колеса и рельса в паре трения «колесо-рельс».
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые.	Предложения по формированию градиентной структуры, изменения ее морфологии при термической обработке, дифференцированная термическая обработка элементов колеса, а также совмещение поверхностной обработки с объемной закалкой являются новыми.
10	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое.	Качество академического письма высокое, диссертация Сарсембаевой Т.Е., является законченной научно-квалификационной работой.

РЕШЕНИЕ: 1) ходатайствовать перед Комитетом для присуждения докторанту степени доктора философии (PhD).

Официальный рецензент:

к.т.н., и.о. доцента кафедры
«Технологическое оборудование,
машиностроение и стандартизация»
Карагандинского технического университета



Т.Ю. Никонова

