

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Сатбаевой Зарина Аскарбековны «Структурообразование в легированных сталях при электролитно-плазменном упрочнении» на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060400 – «Физика»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям	Обоснование позиции официального рецензента
1.	<p>Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственной программы</p>	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертационная работа доктора выполнена в рамках ее участия в качестве научного сотрудника в проекте по государственной программе, в рамках грантового финансирования: AP05134936 «Разработка технологии электролитно-плазменной поверхностной закалки для повышения долговечности тяжело-нагруженных зубчатых колес», выполненного на базе Научно-исследовательского центра «Инженерия поверхности и трибология» Восточно-Казахстанского университета имени Сарсена Аманжолова, руководитель проекта PhD Баятанова Л.Б.</p> <p>Также, в рамках участия в качестве исполнителя проекта по государственному грантовому финансированию на 2020-2022 гг. по теме «Разработка ресурсосберегающей технологии термодиффузионного электролитно-плазменного упрочнения деталей машин и инструментов», руководитель проекта PhD Журерова Л.Г.</p> <p>Диссертация на тему «Структурообразование в легированных сталях при электролитно-плазменном упрочнении» (дата утверждения: Протокол №2 от 25 октября 2018 года, дата корректировки: Протокол №3 от 28 октября 2021 года) на дату утверждения соответствуют приоритетному направлению развития науки 2021-2023 годы, в частности 3. Энергетика и машиностроение утвержденный протоколом заседания Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан 29.04.2020.</p>
2.	<p>Важность для науки</p>	<p>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</p>	<p>Диссертационная работа Сатбаевой З.А. вносит значимый вклад в науку, а ее результаты способствуют решению прикладных проблем физики твердого тела, материаловедения и машиностроения. Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований дают новые, более глубокие представления о процессе формирования модифицированного поверхностного слоя в конструкционных легированных сталях при электролитно-плазменном упрочнении. Предложены эффективные пути повышения износостойкости среднеуглеродистых сталей с применением нового способа электролитно-плазменного поверхностного упрочнения. Внедрение разработанного</p>

			<p>способа, увеличивающего долговечность деталей, в машиностроительном производстве дает технико-экономический и экологический эффект за счет применения простого оборудования, не дорогого и экологически чистого электролита на основе карбамида и карбоната натрия, сокращения длительности процесса, повышения производительности труда и уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду.</p>
3.	<p>Принцип самостоятельности</p>	<p>Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет</p>	<p>Соискатель обладает высоким уровнем самостоятельности, поскольку все экспериментально-исследовательские результаты в рамках диссертационной работы были выполнены автором самостоятельно.</p> <p>К тому же автор являлся ответственным исполнителем проекта по грантовому финансированию на 2018-2020гг. «Разработка технологии электролитно-плазменной поверхностной закалки для повышения долговечности тяжело-нагруженных зубчатых колес», в рамках которого выполнялась диссертационная работа.</p>
4.	<p>Принцип внутреннего единства</p>	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.</p>	<p>Актуальность исследования хорошо обоснована:</p> <p>Одним из разновидностей плазменного поверхностного упрочнения является электролитно-плазменное упрочнение (ЭПУ). Основной отличительной особенностью метода электролитно-плазменного упрочнения является меньшая стоимость, доступность технологического оборудования и расходных материалов, большие размеры упрочненной зоны и высокая скорость охлаждения по сравнению с традиционными методами плазменного поверхностного упрочнения. Сущность его заключается в термических фазовых и структурных превращениях, происходящих при быстром концентрированном нагреве рабочей поверхности детали плазменным воздействием с последующим быстрым охлаждением за счет теплоотвода вглубь материала и воздействия проточного электролита на горячей поверхности материала. Образующиеся при этом структуры закалочного типа обладают высокой твердостью, износостойкостью и сопротивлением разрушению. Поэтому, анализ характеристик существующих способов и технологий модифицирования поверхности конструкционных сталей показывает, что задача разработки ресурсосберегающего способа поверхностного электролитно-плазменного упрочнения стальных деталей промышленного, инструментального и машиностроительного назначения с преимущественно высоким сроком службы является современной и актуальной.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>		<p>Содержание диссертации отражает тему настоящей работы и посвящена экспериментальным исследованиям изменений структурно-фазовых состояний и трибологических свойств поверхностных слоев сталей 40ХН, 20Х2Н4А и 34ХН1М при электролитно-плазменном поверхностном упрочнении, а также разработке ресурсосберегающего способа электролитно-плазменного упрочнения конструкционных легированных сталей. Представленные главы и ее разделы,</p>

		<p>заключение, положения и выводы согласуются и имеют логически завершенную структуру.</p> <p>Цель и задачи полностью соответствуют теме диссертации. Задачи взаимосвязаны, последовательны и направлены для достижения цели диссертации.</p> <p>Все разделы и положения диссертации полностью взаимосвязаны, для защиты положений в разделах представлены экспериментальные результаты. Методы исследования, положения, выносимые на защиту, результаты и выводы согласованы друг с другом. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу все главы, которой имеют логическую цепочку повествования.</p> <p>На основе критического анализа ранее известных решений диссертантом Сатбаевой З.А. предложены и аргументированы собственные принципы, отражающие содержание диссертационного исследования, поставленных задач и методов получения результатов отраженных в работе исследований.</p>
5. Принцип научной новизны	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p> <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p> <p>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</p> <p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%)</u>; 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Научные результаты и положения диссертации являются новыми. При выполнении диссертационной работы впервые:</p> <p>1) разработан новый способ упрочнение легированных сталей, который осуществляется в электролите на основе водного раствора карбоната натрия и карбамида путем локального плазменного воздействия на поверхность обрабатываемого материала при подаче напряжения между обрабатываемым материалом и жидким электролитным кагодом 320В в течении 2 сек и охлаждения при отключении напряжения за счет теплоотвода вглубь материала и воздействия направленного потока электролита, находящийся в циркуляционном режиме.</p> <p>2) впервые получены систематизированные экспериментальные данные о влиянии электролитно-плазменного поверхностного упрочнения на структуру, фазовый состав и трибологические свойства конструкционных легированных сталей 40ХН, 34ХН1М, 20Х2Н4А;</p> <p>3) впервые установлены морфологические особенности тонкой структуры и количественные параметры дислокационной структуры легированной стали 34ХН1М</p>

		<p>до и после электролитно-плазменной поверхности упрочнения.</p> <p>Полученные автором результаты и выводы являются полностью новыми, поскольку основываются на экспериментальных исследованиях автора диссертации. Результатом диссертационной работы является новый ресурсосберегающий способ электролитно-плазменного упрочнения конструкционных легированных сталей.</p>
	<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p> <p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Полнота новизны технических и технологических решений подтверждается.</p> <p>На основе оценки влияния основных технологических параметров обработки на модифицирование структуры и на изменение физико-механических, трибологических свойств сталей, был разработан способ электролитно-плазменного поверхностного упрочнения. Внедрение разработанного способа, увеличивающего долговечность деталей, в машиностроительном производстве безусловно даст технико-экономический и экологический эффект за счет применения простого оборудования, не дорогого и экологически чистого, сокращения длительности процесса, повышения производительности труда и уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду.</p> <p>Разработанный способ электролитно-плазменного поверхностного упрочнения защищены патентами Республики Казахстан на полезную модель «Способ закали стальных изделий» (полезная модель №4891 от 28.04.2020г.) и «Установка для плазменного поверхностного упрочнения деталей из стали и чугуна» (№5354 от 04.09.2020г.).</p>
6.	<p>Обоснованность основных выводов</p>	<p>Обоснованность и достоверность каждого результата (научного положения) подтверждаются большим объемом и статистикой экспериментальных данных, их анализом, публикациями результатов исследований в международных научных изданиях и полученными патентами РК.</p> <p>Выводы соискателя характеризуются внутренним единством и полным соответствием положениям диссертации.</p> <p>Заключение, сформулированное по результатам работы, согласуется с актуальностью и основным содержанием работы, а также является изложенным в логической последовательности выводом.</p>
7.	<p>Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Положение №1. Разработанный способ электролитно-плазменного поверхностного упрочнения легированных сталей. Разработанный новый способ упрочнения легированных сталей, который осуществляется в электролите на основе водного раствора карбоната натрия и карбамида путем локального плазменного воздействия на поверхность обрабатываемого материала при подаче напряжения</p>

<p>2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	<p>между обрабатываемым материалом и жидким электролитным катодом 320В в течении 2 секунд и быстрого охлаждения при отключении напряжения за счет теплоотвода вглубь материала и воздействия направленного потока электролита на нагретую поверхность, позволяет получить модифицированный поверхностный слой толщиной ~0,5-1,5 мм состоящий из α'-фазы, γ-фазы и карбида M_3C.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? Доказано; 7.2 Является ли тривиальным? Нет; 7.3 Является ли новым? Да; 7.4 Уровень для применения: Широкий; 7.5 Доказано ли в статье? Да.</p> <p>Результаты доложены на международных конференциях, получены патенты:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rakhadilov B.K., Satbayeva Z., Bayatanova L.B., Kilyshkanov M.K., Kalibayev K.A., Kochneva A.K. Influence of Electrolyte-Plasma Surface Hardening on the Structure And Properties of Steel 40HN / Journal of Physics: Conference Series. – V. 1393 (2019) 012119 (процентиль по CiteScore – 17); 2. Rakhadilov B., Satbayeva Z., Baizhan D. Effect of electrolytic-plasma surface strengthening on the structure and properties of steel 40KhN, METAL-2019. – p. 950-955. 3. Рахадиллов Б.К., Степанова О.А., Сагдолдина Ж.Б., Сагбаева З.А. Патент на полезную модель «Способ закалки стальных изделий», №4891 от 28.04.2020г.; 4. Рахадиллов Б.К., Сагдолдина Ж.Б., Сагбаева З.А. Патент на полезную модель «Установка для плазменного поверхностного упрочнения деталей из стали и чугуна», №5354 от 04.09.2020г. <p>Положение №2. Модифицирование микроструктуры и свойств легированных сталей при электролитно-плазменном поверхностном упрочнении. После электролитно-плазменной поверхностной закалки в зависимости от степени легированности сталей твердость в среднем у хромоникелевых и хромоникельмолибденовых сталей увеличивается в 1,5-2 и ~3 раза, а также параметр износостойкости имеет определенную зависимость от содержания углерода в сталях, так значения износостойкости сталей марки 40ХН, 34ХН1М и 20Х2Н4А увеличились в 10 раз, ~6 раз и 3,5 раза соответственно, по сравнению с исходными образцами.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? Доказано;</p>
--	--

7.2 Является ли тривиальным?

Нет;

7.3 Является ли новым?

Да;

7.4 Уровень для применения:

Широкий;

7.5. Доказано ли в статье?

Да.

Результаты опубликованы в журналах, рекомендованных КОКСОН, в рецензируемом журнале, входящем в базы Scopus и Web of Science:

1. B. Rakhadilov, V. Buranich, Z. Satbayeva, Zh. Sagdoldina, R. Kozhanova, and A. Pogrebnyak The cathodic plasma electrolysis hardening of the chromium-nickel steel // Journal of Materials Research and Technology. - V. 9(4). – 2020. - P. 6969-6976 (процентиль по CiteScore – 68, квартиль по данным Journal Citation Reports – 1, IF = 5.289);
2. Z.A. Satbayeva, B.K. Rakhadilov, Zh.B. Sagdoldina, M.K. Kylyshkanov, D.R. Bayzhan Change in the structure and properties of structural chromium-nickel steels after electrolyte-plasma hardening // News of national academy of science of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences, 4(448), 2021, С. 76-82;
3. Rakhadilov B.K., Satbayeva Z.A., Kozhanova R.S, Baizhan D.R., Rakhadilov M.K., Botabayeva G.B. Influence of electrolytic-plasma hardening modes on structure and hardness of 0.34Cr-1Ni-Mo-Fe steel // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials, 4(4), 2020, P. 327-335;
4. Сагбаева З.А., Байжан Д.Р., Кенесбеков А.Б. «Особенности структурообразования в стали 40ХН при электролитно-плазменном поверхностном упрочнении». 11-ый Международный симпозиум "Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы, сварка». – 2019. – С. 76-86.

Положение №3. Морфологические особенности и количественные параметры дислокационной структуры стали 34ХН1М до и после электролитно-плазменного поверхностного упрочнения. ЭПУ стали 34ХН1М способствует образованию тонкой структуры, состоящей из пакетного и пластинчатого мартенсита с объемными долями 60% и 40%, остаточного аустенита, цемента и сложного карбида $M_{23}C_{67}$ формирование которых, способствует повышению внутреннего напряжения сдвига от 295 МПа до 370 МПа и тем самым приводит к упрочнению поверхности материала за счет повышения скалярной плотности дислокации от $2.20 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$ до $\rho=3,47 \cdot 10^{10}$

		<p>см² и ее высокого значения по сравнению с избыточной плотности дислокации, которая составляет $\rho_{\pm} = 1,97 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$ в модифицированном слое.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? Доказано;</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? Нет;</p> <p>7.3 Является ли новым? Да;</p> <p>7.4 Уровень для применения: Широкий;</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? Да.</p> <p>Результаты опубликованы в рецензируемых журналах, входящем в базы Scopus и Web of Science:</p> <p>1. В. Rakhadilov, Z. Satbayeva, L. Zhureroва, Sh. Ramankulov, Zh. Sagdoldina Change of 0.34Cr-1Ni-Mo-Fe steel dislocation structure in electrolyte-plasma hardening // Materials 14(8), 2021, 1928 (процентиль по CiteScore – 67, квартиль по данным Journal Citation Reports – 2, IF = 3.623);</p> <p>2. В. Rakhadilov, Z. Satbayeva, M. Kulyshkanov, L. Zhureroва, Zh. Sagdoldina, A. Kiykabaeva Investigation of structural mechanical and tribological properties of plasma electrolytic hardening chromium-nickel steel // Lubricants (процентиль по CiteScore – 61, квартиль по данным Journal Citation Reports – 2, IF = 3.584).</p>
8.	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет</p>
		<p>Выбор методов и методических подходов обоснован. Диссертационное исследование было проведено соискателем с использованием уникальных оборудований, технологических и аналитических методов, сертифицированных расчетных программ. Выбранная автором методология качественно и подробно описана.</p> <p>Выявленные взаимосвязи и закономерности, а также сделанные теоретические выводы, полностью доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями.</p>


		<p>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</p>	<p>Работа носит экспериментальный характер, поэтому выявленные взаимосвязи и закономерности, а также выводы обоснованы и подтверждены экспериментальными результатами и их сравнением с известными из литературных источников, достоверными результатами, которым они не противоречат.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения подтверждены ссылками на цитируемую литературу. Полученные результаты анализируются в сравнении с известными опубликованными данными.</p>
		<p>8.5 Исползованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Список литературных источников в диссертационной работе насчитывает 183 научных и актуальных источников, которых вполне достаточно для проведения аналитического литературного обзора по теме диссертации</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет</p> <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет</p> <p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p>	<p>Диссертация имеет теоретическое значение, поскольку полученные результаты дают более глубокое понимание процессов, происходящих при формировании модифицированного поверхностного слоя на конструкционных легированных сталях с улучшенными физико-механическими, трибокоррозионными свойствами.</p> <p>Диссертационная работа имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике для повышения срока службы стальных деталей, в частности деталей тяжело-нагруженных зубчатых колес, работающих в условиях износа и трения.</p> <p>Степень новизны практических рекомендаций и предложений достаточно высокая. Предложения для практики являются полностью новыми.</p>

	3) не новые (новыми являются менее 25%)	
10. Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Соискатель Сагбаева З.А. успешно справилась со всеми задачами, поставленными в работе над диссертацией. Диссертация написана грамотно, профессионально и включает в себя все элементы научного исследования. В целом диссертационная работа носит законченный исследовательский характер, результаты являются достоверными.

В целом, диссертационная работа Сагбаевой З.А. «Структурообразование в легированных сталях при электролитно-плазменном поверхностном упрочнении» выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную самостоятельную научно-исследовательскую работу, по содержанию и оформлению соответствует требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК к PhD диссертациям, а ее автор Сагбаева Зарина Аскарбековна, несомненно, заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060400 – «Физика».

Официальный рецензент:

Доктор технических наук, профессор,
 директор производственного внедренческого комплекса прикладных исследований и разработок ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова»



А.А. Ситников

« » 2022 г.



Подпись Ситникова Александра Андреевича удостоверяю.
 Ученый секретарь Ученого совета АлтГТУ,
 кандидат филологических наук, доцент



Т.А. Головина