

ПИСЬМЕННЫЙ ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА
на диссертационную работу Молдабаева Бауржана Гылымовича
на тему «Разработка и исследование способа и оборудования для очистки радиаторов транспортных средств ультразвуком»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по направлению подготовки 6D071 – «Инженерия и инженерное дело», специальности 6D071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии»

№ 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	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); <u>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы);</u> 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	Диссертационная работа выполнена в русле реализации Государственной программы инфраструктурного развития Республики Казахстан «Нұрлы жол» на 2020–2025 годы, а также в контексте положений Концепции развития экологической культуры «Таза Қазақстан» на 2024–2029 годы. Тематика диссертационной работы согласуется с одним из специализированных направлений, приоритетного направлений научно-технического развития, утверждённых Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан – «Энергия, передовые материалы и транспорт» - Транспортные технологии.

2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> /не раскрыта.	Диссертационная работа вносит значительный вклад в развитие научных представлений о применении ультразвуковой кавитации для очистки радиаторов транспортных средств. Автором проведены комплексные теоретические и экспериментальные исследования, которые позволили обосновать физические и инженерные принципы действия предложенного способа. Научная важность темы убедительно раскрыта в работе, подтверждается оригинальностью подхода, обоснованностью выводов и степенью проработанности модели, что свидетельствует о высокой научной ценности полученных результатов.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: <u>1) Высокий;</u> 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет.	Диссертационная работа выполнена на высоком уровне самостоятельности. Автор продемонстрировал умение формулировать научную проблему, разрабатывать гипотезу, обосновывать выбор методов исследования и самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования. Структура работы, последовательность изложения материала и интерпретация результатов свидетельствуют о глубоком личном вкладе соискателя в разработку поставленной научной задачи. Представленные решения и выводы являются результатом самостоятельной научной деятельности автора, что подтверждает высокий уровень его подготовки как исследователя.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: <u>1) Обоснована;</u> 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертационного исследования обоснована. В работе чётко сформулированы современные проблемы, связанные с техническим обслуживанием и очисткой радиаторов транспортных средств, аргументировано показана необходимость внедрения новых технологий, основанных на принципах ультразвуковой кавитации. Автором представлена аналитическая база, демонстрирующая высокий интерес к рассматриваемой тематике со стороны научного и инженерного сообществ. Таким образом, внутренняя логика перехода от научной проблемы к цели и задачам исследования выдержана, а актуальность темы подтверждена как теоретической значимостью, так и прикладным интересом.

		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: <u>1) Отражает;</u> 2) Частично отражает; 3) Не отражает.	Содержание диссертационной работы полностью отражает тему исследования. Каждый раздел последовательно ведёт от обоснования идеи до её практической реализации, раскрывая ключевые аспекты разработки и применения ультразвуковой технологии очистки радиаторов транспортных средств. Теоретические положения не просто изложены – они подкреплены точными и аргументированными расчётами, а экспериментальная часть, основанная на результатах стендовых испытаний, придаёт исследованию убедительность и прикладную значимость. Сквозное соответствие между темой, целью, задачами и содержанием диссертации свидетельствует о высоком уровне проработки материала, внутреннем единстве научной концепции и завершённости проведённой работы, за которой стоит глубокое понимание предмета и искренний интерес к решаемой задаче.
		4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: <u>1) соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Цель и задачи диссертационной работы полностью соответствуют её теме. Цель исследования органично вытекает из поставленной научной проблемы и отражает актуальность выбранного направления. Исследовательские задачи логично структурированы, взаимосвязаны между собой и направлены на всестороннее достижение цели. Все этапы – от теоретического анализа и математического моделирования до экспериментальных исследований и практической реализации – выстроены последовательно и методически точно. Такая научная организация исследования свидетельствует о его высокой проработанности, корректной постановке и полном соответствии заявленной теме.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: <u>1) полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	Все разделы и положения диссертационной работы полностью логически взаимосвязаны. Структура исследования отличается внутренней согласованностью и логической последовательностью: от постановки проблемы и анализа исходных теоретических положений до проведения экспериментальных исследований, обработки результатов и разработки практических рекомендаций. Каждый раздел обоснованно вытекает из

			предыдущего и служит логическим продолжением, что свидетельствует о целостности и продуманности научного подхода автора.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 4) анализ отсутствует.	В диссертации представлен обоснованный критический анализ существующих методов очистки радиаторов транспортных средств, выявлены их недостатки и ограниченные возможности применения. На этом фоне автором предложены новые технические и технологические решения на основе ультразвуковой кавитации, которые аргументированы с позиций теории, подтверждены расчетами и экспериментальными данными. Сравнение с известными подходами проводится корректно, с акцентом на преимущества разработанного способа по эффективности, энергоёмкости и масштабируемости. Таким образом, диссертация содержит убедительно обоснованные оригинальные решения, прошедшие научную оценку на фоне существующих аналогов.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Научные результаты и положения, представленные в диссертационной работе, являются полностью новыми. Автором впервые предложен и реализован способ очистки радиаторов транспортных средств с использованием направленного ультразвукового воздействия, основанный на оптимизации амплитуды и направления колебаний. Разработана теоретическая модель, основанная на принципах теории подобия, получены новые критерии, описывающие процесс кавитационной очистки. Кроме того, впервые получены масштабные коэффициенты, обеспечивающие перенос результатов на радиаторы различных типов. Представленные положения и выводы ранее не встречались в научной и технической литературе, что подтверждает оригинальность и высокий уровень научной новизны работы.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-	Выводы, представленные в диссертации, являются полностью новыми. Они обобщают результаты оригинальных теоретических и экспериментальных исследований, впервые выполненных в рамках поставленной научной задачи. Автором получены новые зависимости.

		75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	отражающие влияние параметров ультразвукового воздействия на эффективность очистки трубок радиатора, разработано уравнение регрессии и предложены масштабные коэффициенты для экстраполяции результатов. Все это позволяет утверждать, что выводы диссертации не только подтверждают гипотезу исследования, но и формируют новое научное знание в области технической диагностики и обслуживания транспортных систем.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	В диссертационной работе представлены полностью новые и обоснованные технические и технологические решения. Разработанная методика ультразвуковой кавитационной очистки радиаторов отличается высокой степенью оригинальности, а предложенное оборудование учитывает оптимальные параметры воздействия, что подтверждено экспериментально. Технические решения сопровождаются расчетами, обеспечивающими масштабируемость и адаптацию к различным типам радиаторов. Также проведена оценка экономической эффективности, подтверждающая целесообразность внедрения технологии в практику сервисного обслуживания транспортных средств. Все предложенные решения соответствуют актуальным требованиям отрасли и могут быть реализованы на предприятиях транспортного обслуживания.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомах с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (квалитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Все основные выводы диссертационной работы обоснованы на основе научно значимых и достоверных данных. Автором проведен комплексный анализ, включающий теоретическое моделирование, физико-математические расчёты и экспериментальные исследования. Полученные результаты последовательно интерпретируются и сопоставляются с существующими данными, что подтверждает научную состоятельность выводов. Степень аргументированности и обоснованности выводов соответствует требованиям к инженерно-техническим диссертациям и демонстрирует высокий уровень научной достоверности проведённого исследования.
7.	Основные	Необходимо ответить на следующие	Все основные положения, выносимые на защиту, получили необходимое

	положения, выносимые на защиту	вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u>; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u>; 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u>; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет;	теоретическое и экспериментальное обоснование. В частности, теоретическая модель, основанная на применении теории подобия к процессу ультразвуковой очистки, подтверждена результатами стендовых испытаний. Предложенные критерии подобия, уравнение регрессии, масштабные коэффициенты, а также обоснование оптимального расположения ультразвуковых излучателей доказаны как аналитически, так и экспериментально. Каждый из выносимых на защиту пунктов логически вытекает из содержания работы и подтверждён результатами, представленными в диссертации. Основные положения, выносимые на защиту, являются новыми и ранее в открытых научно-технических источниках не публиковались. Впервые предложен способ очистки трубок радиаторов транспортных средств с направленным ультразвуковым воздействием, сформулированы критерии подобия, отражающие физико-технические закономерности процесса. Новыми являются как подход к определению оптимальных параметров кавитационного воздействия, так и система масштабных коэффициентов, обеспечивающая экстраполяцию полученных данных на изделия различной геометрии и конструктивного исполнения. Выносимые на защиту положения имеют существенную научную и практическую значимость. Разработанные принципы и методика расчёта позволяют существенно повысить эффективность технического обслуживания радиаторов транспортных средств и применимы как в исследовательской, так и в производственной практике. Значимость результатов подтверждается возможностью их внедрения в реальную инженерную деятельность, а также перспективами дальнейшего развития исследований в области ультразвуковой очистки. В статье «Justification of the Method of Vehicle Engine Radiator Ultrasonic Cleaning», опубликованной в журнале Communications - Scientific Letters of the University of Zilina (входит в базу Scopus), представлены теоретические и экспериментальные исследования,
--	---------------------------------------	---	--

		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	посвящённые ультразвуковой очистке радиатора в системе охлаждения двигателя внутреннего сгорания. В статье « Determination of Optimal Parameters for Ultrasonic Cleaning of Vehicle Radiators », опубликованной в том же журнале Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, автор представил методику, учитывающую влияние амплитуды ультразвуковых колебаний и времени воздействия на эффективность удаления загрязнений. В статье на государственном языке «Автомобиль радиаторларын тазалау әдістерін талдау», опубликованной в республиканском журнале «Труды Университета», рассмотрена система охлаждения двигателя автомобиля, проведён сравнительный анализ существующих методов очистки радиаторов. В статье « Theoretical and Experimental Analysis of Ultrasonic Cleaning of Internal Combustion Engine Radiators with the Development of Practical Recommendations », опубликованной в журнале Material and Mechanical Engineering Technology, автором установлены критериальные зависимости между энергией ультразвука, кинетической энергией жидкости и энергией ударных волн.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана <u>1) да;</u> 2) нет.	Выбор методологии исследования является обоснованным и подробно описан в тексте диссертации. Автор последовательно применяет методы теоретического анализа, размерностного моделирования, теории подобия, а также экспериментальные методы для верификации гипотезы. Методика проведения экспериментов изложена ясно, с указанием параметров, условий и характеристик оборудования. Такой комплексный подход обеспечивает высокий уровень достоверности результатов и позволяет воспроизвести исследования при необходимости. Подробное описание процедур и методических основ подтверждает научную добросовестность и открытость автора.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных	В диссертационной работе использованы современные методы научных исследований, включая лабораторный эксперимент, математическое моделирование, регрессионный анализ, а также методы теории подобия

		исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да:</u> 2) нет.	и размерностей. Для обработки и интерпретации экспериментальных данных применены актуальные программные средства и вычислительные технологии, что повысило точность анализа и достоверность полученных результатов. Использование компьютерных средств визуализации в работе позволило наглядно представить результаты количественной оценки влияния параметров ультразвуковой кавитации на процесс очистки. Таким образом, работа соответствует современным требованиям к проведению инженерных и прикладных научных исследований.
		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): <u>1) да:</u> 2) нет.	Теоретические положения, математические модели, выявленные взаимосвязи и закономерности, представленные в диссертационной работе, получили всестороннее подтверждение в ходе экспериментальных исследований. Автором проведены испытания на специализированных стендах, позволяющих контролировать параметры ультразвукового воздействия и фиксировать очищающую эффективность в зависимости от амплитуды, времени и направления волны. Полученные экспериментальные данные хорошо коррелируют с теоретическими прогнозами, что свидетельствует о корректности построенных моделей и высокой достоверности сделанных выводов.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены</u> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Все ключевые утверждения и теоретические положения, изложенные в диссертации, подтверждены ссылками на актуальные и авторитетные источники научной литературы. В работе использована обширная библиография, включающая как фундаментальные труды в области ультразвуковых технологий и теплообмена, так и современные публикации, в том числе статьи из международных рецензируемых журналов, входящих в базу данных Scopus. Это свидетельствует о глубокой проработке теоретических основ, знании современного состояния проблемы и умении автора ориентироваться в научной информации.
		8.5 Используемые источники	Объем и содержание использованных источников литературы являются

		литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора.	достаточными для формирования полноценного литературного обзора. В диссертации приведён всесторонний анализ как отечественных, так и зарубежных публикаций по тематике ультразвуковой очистки, систем охлаждения и радиаторов транспортных средств. Библиографический список включает более 160 наименований, охватывающих как теоретические основы, так и прикладные аспекты. Это свидетельствует о том, что автор владеет ситуацией в научной области, обоснованно позиционирует собственные исследования в контексте существующих работ и демонстрирует высокий уровень информационной подготовки.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет.	Диссертация обладает значительным теоретическим значением. Автором разработана и обоснована теоретическая модель процесса ультразвуковой кавитационной очистки трубок радиатора, основанная на применении методов теории подобия и размерностей. Получены новые критерии, описывающие взаимосвязь между параметрами ультразвукового воздействия и эффективностью очистки. Разработанные математические зависимости и уравнение регрессии вносят вклад в формирование научных основ технологии очистки, расширяя теоретическую базу знаний в области технической термодинамики и инженерии транспортных систем.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет.	Диссертация обладает высокой практической значимостью. Разработанный способ ультразвуковой очистки радиаторов и соответствующее оборудование ориентированы на решение актуальных задач в области технического обслуживания транспортных средств. В работе представлены конкретные конструктивные решения, методика расчета параметров установки и обоснование экономической эффективности внедрения технологии. Наличие актов о внедрении подтверждает, что полученные результаты уже нашли применение в реальных условиях, а универсальность методики обеспечивает её адаптацию к различным типам радиаторов. Это свидетельствует о высокой вероятности дальнейшего практического применения

			разработок автора.
		9.3 Предложения для практики являются новыми: <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Предложения, разработанные в диссертационной работе для практического применения, являются полностью новыми. Автором предложен оригинальный способ очистки трубок радиатора с использованием направленного ультразвукового воздействия, а также создано техническое задание на разработку соответствующего оборудования. Практические рекомендации сопровождаются научно обоснованными расчетами и экспериментальными подтверждениями. Новизна заключается не только в технологическом решении, но и в методике масштабирования результатов на различные типы радиаторов, что делает предложения универсальными и перспективными для применения в сфере транспортного сервиса и машиностроения.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: <u>1) высокое;</u> 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма в диссертационной работе соответствует высоким требованиям, предъявляемым к научным исследованиям уровня PhD. Текст изложен грамотно, логично и последовательно. Стил ь изложения выдержан в рамках научной традиции, использована корректная терминология, а формулировки точны и обоснованы. Все структурные элементы работы – от введения до выводов – представлены в логической последовательности и взаимосвязаны. Рисунки, таблицы и формулы оформлены надлежащим образом и способствуют лучшему восприятию исследуемого материала. Работа отличается высоким уровнем научной культуры и аккуратным исполнением.
11	Замечания к диссертации	-	-
12	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты	-	-

	диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	
13	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертационная работа Молдабаева Бауржана Гылымовича на тему «Разработка и исследование способа и оборудования для очистки радиаторов транспортных средств ультразвуком», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по направлению подготовки 6D071 – «Инженерия и инженерное дело», специальности 6D071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии», по основным критериям – актуальности поставленной научной задачи, научной новизне, теоретической и практической значимости, а также полноте и глубине проведённых исследований – представляет собой завершённое и оригинальное научное исследование, вносящее весомый вклад в развитие транспортной техники и технологий. Считаю, что представленная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD), а её автор – Молдабаев Бауржан Гылымович – заслуживает присуждения степени PhD по специальности 6D071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии».

Официальный рецензент:

**PhD, ассоциированный профессор,
директор Департамента науки и инноваций
НАО «Карагандинский индустриальный
университет»**



Кунаев В.А.