

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Серикова Аблая Сериковича на тему: «Гидродинамика и массообмен в аппарате с вихревым взаимодействием потоков в условиях вращательного движения насадочных элементов», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07180 – Технологические машины и оборудование

№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 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)	Тема диссертационной работы «Гидродинамика и массообмен в аппарате с вихревым взаимодействием потоков в условиях вращательного движения насадочных элементов» (утверждена 20.02.2023г.), выполнялась соответствии с направлением исследований по госбюджетной НИР Б-21-01-05 НАО Южно-Казахстанского университета им.М.Ауэзова «Разработка методики конструирования и расчета высокоэффективных тепломассообменных аппаратов и устройств общепромышленного назначения» на 2021-2025 г.г. Тема диссертационной работы соответствует приоритетному направлению науки на 2022-2024 годы: 2. «Рациональное использование водных ресурсов, животного и растительного мира, экология», по специализированному научному направлению 2.6 Системы очистки воды, газоочистки, почв и пылеулавливания, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан.
2	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> .	Диссертационная работа, выполненная Сериковым А.С. вносит существенный вклад в развитие технической науки, а важность диссертационного исследования хорошо раскрыта автором. На основе теоретических и экспериментальных исследований параметров вращения насадочных элементов, гидродинамических закономерностей и массообменных характеристик научно обоснована методология расчета аппарата с регулярной вращающейся насадкой с

			прямоугольными лопастями и кольцевым ободом. В работе получены расчетные зависимости, позволяющие определить частоту вращения насадочных элементов, основные гидродинамические характеристики и параметры массообмена созданной конструкции теплообменного аппарата. Основные результаты, полученные в процессе исследований, опубликованы в материалах международных конференций (3 статьи), научных журналах, рекомендованных КОКСНВО МН и ВО РК (4 статьи) и 2 статьи в журналах, входящих в базу данных Скопус, получены 2 патента РК.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u>	Диссертантом самостоятельно выполнен анализ известных конструкций насадочных аппаратов (с нерегулярной и регулярной стационарной насадкой, с регулярной подвижной насадкой) для проведения процессов теплообмена, а также методов их расчета, выполнена постановка задач. Разработаны новые конструкции газоочистных аппаратов. Выполнен комплекс лабораторных исследований частоты вращения насадочных элементов, гидродинамических характеристик и параметров массообмена и получены основные расчетные зависимости. Разработаны рекомендации по проектированию и эксплуатации предложенного аппарата. Созданная методика расчета внедрена в промышленности. Автором самостоятельно решены поставленные задачи и проявлено умение решать их для достижения цели.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u>	В выполненной диссертации автором представлены результаты исследования оборудования, имеющего широкое применение в процессах абсорбции. При этом разработанная конструкция исключает недостатки, которые имел аппарат с

			регулярной вращающейся пластинчатой насадкой круглой формы. В связи с этим актуальность диссертации представляется обоснованной. Она полностью соответствует специализированному научному направлению «Системы очистки сточных вод, газоочистки и пылеулавливания».
	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u>	Содержание диссертации полностью отражает тему диссертационных исследований. Проведен критический анализ имеющихся материалов по известным конструкциям массообменных аппаратов, что позволило разработать новые конструкции аппаратов с регулярной вращающейся насадкой с горизонтальным и вертикальным расположением насадочных элементов. Проведены исследования частоты вращения элементов насадки, основных гидродинамических характеристик и параметров массообмена, получены расчетные зависимости для их расчета. Созданная методика расчета и рекомендации по проектированию и эксплуатации промышленных образцов массообменных аппаратов внедрены в промышленности.	
	4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>	В диссертационной работе цели и поставленные задачи соответствуют теме диссертации. Они были направлены на разработку конструкции аппарата с регулярной вращающейся насадкой с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом, экспериментальное исследование частоты вращения насадочных элементов, гидродинамических характеристик и массообмена, создание научно-обоснованных методов расчета, рекомендаций по эксплуатации и проектированию, передаче созданной Методики на промышленное предприятие и ее внедрение в промышленности.	

		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>	Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны. Исходя из анализа известных конструкций теплообменных насадочных аппаратов со стационарной и регулярной подвижной насадкой, созданы новые конструкции теплообменных аппаратов, защищенные патентами РК. Для данных аппаратов проведены исследования параметров вращения насадочных элементов, гидродинамических характеристик и массообмена, обобщенные в методике расчета, разработаны рекомендации по проектированию промышленных аппаратов. Созданная методика расчета и рекомендации по проектированию промышленных конструкций аппарата с регулярной вращающейся насадкой с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом переданы на АО «Актюбинский завод хромовых соединений» для внедрения в различных производствах.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ- есть</u>	Разработанные диссертантом конструкции массообменных аппаратов с регулярной вращающейся насадкой с горизонтальным расположением вращающихся насадочных элементов (патент РК №36475) и вертикальным расположением вращающихся насадочных элементов (патент РК №37094) сопоставлены с аналогами и прототипами. При проведении экспериментальных исследований аппарата с регулярной вращающейся насадкой с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом результаты сопоставлялись с данными, полученными для аппарата с регулярной вращающейся пластинчатой насадкой круглой формы (РПВКр) с проведением критического анализа.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>	В диссертационной работе основные исследования проведены для аппарата с вращающейся насадкой новой конструкции, защищенной патентом

			РК. При этом использовались апробированные методики и приборы, прошедшие поверку. В работе получены уравнения для расчета частоты вращения насадочных элементов, гидродинамических характеристик и массообмена аппарата новой конструкции. Эти уравнения получены исходя из установленных закономерностей взаимодействия вихрей, законов гидродинамики, массопереноса, механики газа и жидкости. Они адекватно описывают полученные результаты исследований и сопоставлены с данными других исследователей.
	5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>		Выводы и заключения, полученные в диссертационной работе, являются новыми. На основании проведенного анализа научно-технической литературы по конструкциям тепломассообменных аппаратов и методов их расчета, обоснован выбор объекта исследований - аппарата с регулярной вращающейся насадкой с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом, а также осуществлена постановка задач исследований. На основании проведенных лабораторных исследований частоты вращения насадочных элементов, гидродинамики и массообменных характеристик получены основные расчетные уравнения для аппарата с регулярной вращающейся насадкой с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом. Разработаны рекомендации по эксплуатации и проектированию промышленных аппаратов, которые в совокупности с созданной Методикой расчета предложены для внедрения в технологических схемах очистки газов на АО «Актюбинский завод хромовых соединений».
	5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и	или решения являются новыми и	Технические и технологические решения, используемые для достижения поставленной задачи, являются новыми, так как подтверждены патентами РК.

		обоснованными: 1) <u>полностью новые</u>	Обоснованность принятых решений подтверждается результатами лабораторных исследований и разработкой технической документации для внедрения в промышленных условиях. Анализ работы созданного аппарата и сопоставление с показателями действующих аппаратов показывают возможность снижения энергозатрат на проведение процессов и значительное повышение эффективности в процессах абсорбции
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы	Полученные соискателем научные результаты, а также сделанные выводы, имеют как теоретическую, так и практическую значимость. На основании этого можно констатировать, что поставленные соискателем цели в диссертационном исследовании достигнуты, а задачи полностью выполнены. Выводы, сделанные докторантом на основе полученных научных результатов, логически построены и с научной точки зрения могут быть признаны обоснованными.
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 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	Научные положения, выносимые на защиту, включают: Расчетные зависимости для определения конструктивных параметров (порозности насадки в сечении аппарата, их объемной порозности, эквивалентного диаметра) созданной насадки с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом. Уравнения для расчета частоты вращения насадочных элементов, основных гидродинамических характеристик (коэффициентов сопротивления, гидравлического сопротивления, количества удерживаемой жидкости, средних значений толщины пленки, диаметра струй и размера капель) и параметров массообмена (коэффициентов массоотдачи в газовой и жидкой фазах). 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u> 7.2 Является ли тривиальным? 2) <u>нет</u>

			7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> 7.4 Уровень для применения: 3) <u>широкий</u> 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u>	Поставленные в диссертационной работе задачи связаны с проведением исследований таких параметров, как частота вращения насадочных элементов, гидравлическое сопротивление, количество удерживаемой жидкости, коэффициенты массоотдачи в газовой фазе. Методология таких исследований достаточно подробно описана. Можно отметить также, что эксперименты проводились в соответствии с «Законом об обеспечении единства измерений», класс точности приборов соответствуют данным исследованиям.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u>	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований. Частота вращения насадочных элементов измерялась стробоскопическим тахометром. Гидравлическое сопротивление аппарата измерялось дифференциальным и чашечным манометром. В некоторых случаях использовался наклонный микроманометр. Исследование количества удерживаемой насадкой жидкости проводилось методом «отсечки». Для исследования коэффициентов массоотдачи в газовой фазе была использована хорошо зарекомендовавшая себя методика адиабатического испарения воды в воздух. Исследование коэффициента массоотдачи в жидкой фазе проведено при изучении процесса десорбции кислорода из воды. Интерпретация полученных экспериментальных данных проводилась с применением компьютерных технологий.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные	Выявленные закономерности вихревого взаимодействия газа и

		взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u>	жидкости в объеме вращающихся насадочных элементов подтверждены экспериментальными исследованиями гидравлического сопротивления, количества удерживаемой жидкости, коэффициентов массоотдачи в газовой и жидкой фазах. Вывод уравнения для расчета коэффициентов массоотдачи в газовой фазе основан на аналогии между трением и массоотдачей, теории локально-изотропной турбулентности Колмогорова-Обухова и диссипативном подходе, а для получения уравнения для расчета коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе использована модель Хигби, а также теоретические основы локально-изотропной турбулентности и диссипативный подход.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Все утверждения, полученные на основе результатов выполняемой работы, подтверждены ссылками на актуальную научную литературу. При этом полученные в работе результаты сопоставляются в сравнении с известными в научной литературе данными.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора	Количество использованных источников литературы достаточны для проведенного литературного обзора и ссылок на литературу при выводе расчетных уравнений. Всего в диссертационной работе использовано 113 источников. Литературные источники включают статьи из журналов, рекомендованных КОКСНВО МН и ВО РК и зарубежных научных журналов, входящих в базу данных Web of Science и Scopus. Кроме того, имеются ссылки на патенты, монографии, учебники, статьи из материалов международных конференций.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u>	Диссертация имеет теоретическое значение, так как разработана методика расчета исследуемого аппарата с регулярной вращающейся насадкой с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом, включающая уравнения для определения частоты вращения

			насадочных элементов, гидродинамических и массообменных характеристик.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u>	Практическое значение диссертации заключается в получении патентов РК на аппарат с регулярной вращающейся насадкой с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом, разработанной инженерной методики расчета, рекомендаций по проектированию и эксплуатации. Кроме того, созданная Методика расчета передана для внедрения в производствах АО «Актюбинский завод хромовых соединений».
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>	Предложения для практики, заключающиеся в предоставлении материалов для проведения проектных работ (рекомендации по проектированию и эксплуатации, инженерная методика расчета) и для изготовления исследованного массообменного аппарата, использующих вращательные движения насадочных элементов, являются полностью новыми.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u>	Диссертационная работа характеризуется высоким качеством академического письма. Оформление работы соответствует общим требованиям, относящимся к диссертационным работам на соискание степени «доктора философии» (PhD).
11.	Замечания к диссертации	По теме диссертации получены 2 патента РК на аппараты с вращающейся насадкой с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Требуется уточнения почему для исследований был выбран аппарат с регулярной вращающейся насадкой с прямоугольными лопастями и кольцевым ободом?	
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи	Научный уровень статей опубликованных в материалах международных научно-практических конференций, в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МН и ВО РК, а также в журналах, входящих в базу данных Скопус является высоким. Представленные статьи полностью соответствуют теме исследований и охватывают практически все результаты, представленные автором в диссертационной работе.	

	докторанта по теме исследования)	
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Представленная диссертация отвечает требованиям Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МН и ВО РК. Считаю возможным ходатайствовать перед Комитетом для присуждения докторанту Серикову А.С. степени доктора философии (PhD).

Рецензент:

**Доктор PhD, декан факультета
естественных и гуманитарных наук
Шымкентского университета**



Джанабасев Д.Ж.