

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Абжапбарова Абая Акилбековича на тему: «Гидродинамика, тепломассообмен и пылеулавливание в однозонных и двухзонных комбинированных газоочистных аппаратах», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 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)	Диссертационная работа на тему «Гидродинамика, тепломассообмен и пылеулавливание в однозонных и двухзонных комбинированных газоочистных аппаратах» выполнена в НАО Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова (утверждена 24.12.2020г.). Тема диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан по приоритету «Рациональное использование водных ресурсов, животного и растительного мира, экология», по специализированному научному направлению «Системы очистки сточных вод, газоочистки и пылеулавливания». Диссертация выполнена в рамках проекта АР09260240 «Разработка способа вихревого взаимодействия потоков с возможностью регулирования температуры в зоне контакта и создание на его основе систем газоочистки» на 2021-2023 г.г.
2	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> .	Диссертационная работа выполнена на кафедре «Технологические машины и оборудование» НАО Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова. Работа вносит существенный вклад в науку, а важность диссертационного исследования достаточно полно раскрыта автором. Предложена классификация одноступенчатых и двухступенчатых тепломассообменных и пылеулавливающих аппаратов, основанная на анализе существующих механизмов взаимодействия потоков. Детальный анализ существующих

			<p>механизмов и их комбинаций привел также к созданию новых конструкций газоочистных аппаратов с двухсторонним подводом газового потока, двухступенчатых аппаратов ударно-вихревого и центробежно-вихревого действия.</p> <p>Полученные в работе расчетные зависимости по определению основных гидродинамических характеристик, параметров тепломассообмена и пылеулавливания обобщенные в инженерных методиках расчета и рекомендации по проектированию и эксплуатации созданных аппаратов использованы для изготовления промышленных образцов.</p> <p>Основные результаты, полученные в ходе исследования, опубликованы в 30 статьях: в научных журналах, рекомендованных КОКСНВО МН и ВО РК 2 статьи, на международных конференциях 17 статей и 2 статьи, входящие в международную базу данных Scopus.</p>
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u>	<p>Диссертационная работа Абжапбарова А.А. представляет научно-исследовательский труд с высоким уровнем самостоятельности. Самостоятельность автора заключается в анализе конструкций для проведения процессов тепломассообмена и пылеулавливания и использованных при этом механизмов для интенсификации процессов, методиках их расчета; разработке новых конструкций газоочистных аппаратов; проведении экспериментальных исследований гидродинамики, характеристик тепломассообмена и пылеулавливания; получении расчетных уравнений и математических моделей; разработке рекомендаций по проектированию и эксплуатации предложенных аппаратов; в проведении проверки полученных результатов в промышленных условиях.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u>	Актуальность темы диссертационной работы обоснована, так как работа по содержанию соответствует

			<p>приоритетным направлениям развития науки РК.</p> <p>В работе проведены исследования газоочистных аппаратов, имеющих широкое распространение в технологических схемах очистки газов на промышленных предприятиях. При этом предлагаемые конструкции аппаратов значительно усовершенствованы, что позволило снизить энергозатраты и повысить эффективность проводимых процессов.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u></p>	<p>Диссертация Абжапбарова А.А. состоит из введения, пяти разделов и заключения. В первом разделе диссертации предложена классификация аппаратов для проведения процессов газоочистки и теплообмена, проведен анализ литературных данных по конструкциям, принципу действия и методикам расчета одноступенчатых и двухступенчатых газоочистных аппаратов с регулярно размещенной насадкой.</p> <p>Во втором разделе описаны экспериментальные установки и методики проведения исследований.</p> <p>В третьем и четвертом разделах приведены результаты лабораторных исследований гидродинамики, тепломассообмена и пылеулавливания аппарата с регулярно размещенной насадкой и двухсторонним подводом газового потока, двухступенчатых аппаратов ударно – вихревого и циклонно – вихревого действия, а также методики их расчета.</p> <p>В пятом разделе даны рекомендации по проектированию и эксплуатации газоочистных аппаратов и приведены результаты промышленных испытаний.</p> <p>Из этого следует, что содержание диссертации полностью отражает тему диссертации.</p>
		<p>4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u></p>	<p>Цели и задачи, изложенные докторантом, соответствуют теме диссертации. Целью диссертационной работы является разработка научных основ гидродинамики, процессов</p>

			<p>пылеулавливания и тепломассообмена в одноступенчатых и двухступенчатых аппаратах, создание научно-обоснованных методов расчета, рекомендаций по эксплуатации и проектированию и внедрение разработанных аппаратов в промышленности.</p> <p>В диссертации для решения поставленной цели решены шесть основных задач, которые полностью соответствуют теме диссертации.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u></p>	<p>Все разделы и выводы диссертационной работы полностью взаимосвязаны.</p> <p>Для созданных на основе классификации тепломассообменных и пылеулавливающих аппаратов, разработаны экспериментальные установки и подобраны методики проведения исследований основных гидродинамических характеристик, параметров тепломассообмена и пылеулавливания. Проведены все необходимые исследования, которые позволили получить инженерные методики расчета и рекомендации по проектированию. Созданы образцы аппаратов, прошедшие проверку в опытно-промышленных условиях и которые в дальнейшем внедрены в промышленности.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ- есть</u></p>	<p>При разработке новых конструкций тепломассообменных и пылеулавливающих аппаратов (патенты РК №1431, 35809 и 33662) предлагаемые решения сравнивались с другими конструкциями, взятыми за аналоги и прототипы с обоснованием преимуществ.</p> <p>Экспериментальные данные аппарата с двухсторонним подводом газового потока анализировались в сопоставлении с результатами, полученными для аппарата с односторонним подводом газового потока. Аналогичные сопоставления с критическим анализом выполнены для насадочных зон с различными типами насадочных элементов двухступенчатых аппаратов ударно-вихревого и циклонно-вихревого</p>

			<p>действия. Данные полученные в ходе проведения промышленных испытаний двухступенчатых аппаратов ударно-вихревого и циклонно-вихревого действия сопоставлены с данными заменяемых аппаратов - полым форсуночным скруббером и инерционно-турбулентным аппаратом.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u></p>	<p>Новизна каждого научного результата (положения) не вызывает сомнения, так как данные результаты (научные положения) получены с использованием апробированных и хорошо зарекомендовавших себя методов исследования, базируются на данных, полученных с применением известных и общепринятых в данной области методов эксперимента. Новизной предлагаемой классификации одноступенчатых и двухступенчатых теплообменных и пылеулавливающих аппаратов является возможность создания новых конструкций, примером чего служат разработанные автором аппараты для проведения процессов абсорбции и пылеулавливания, защищенные патентами РК. Новизной уравнений для расчета гидродинамических показателей, теплообменных характеристик и параметров пылеулавливания является то, что они учитывают закономерности взаимодействия вихрей, базируются на законах и открытиях в области механики газа и жидкости, гидродинамики, массо- и теплопереноса..</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <u>полностью новые</u></p>	<p>Научные результаты, выводы и заключение, представленные в диссертационной работе являются новыми, так как получены для аппаратов, конструкции которых защищены патентами РК. <i>Результат1:</i> Предложена классификация теплообменных и пылеулавливающих аппаратов, имеющих одну и две ступени контакта, а также одну или несколько</p>

		<p>зон для реализации известных механизмов взаимодействия потоков;</p> <p><i>Результат2:</i> Приведены технологические схемы экспериментальных установок и методики проведения исследований гидродинамических характеристик, коэффициентов массоотдачи в газовой фазе и теплоотдачи, а также эффективности пылеулавливания;</p> <p><i>Результат3:</i> Проведено экспериментальное исследование гидродинамических закономерностей, массообменных характеристик и параметров пылеулавливания одноступенчатого двухзонного аппарата с регулярно размещенной насадкой и двухсторонним подводом газового и их расчет;</p> <p><i>Результаты 4 и 5:</i> Проведены экспериментальные исследования гидродинамических закономерностей, тепломассообменных характеристик и параметров пылеулавливания двухступенчатого аппаратов ударно-вихревого и циклонно-вихревого действия и их расчет;</p> <p><i>Результат 6:</i> Разработаны рекомендации по проектированию и эксплуатации промышленных образцов аппаратов для проведения процессов тепломассообмена и пылеулавливания;</p> <p><i>Результат 7:</i> Разработаны промышленные образцы двухступенчатых аппаратов циклонно-вихревого и ударно-вихревого действия, которые внедрены в технологических схемах очистки газов на АО «Актюбинский завод хромовых соединений».</p>	<p>зон для реализации известных механизмов взаимодействия потоков;</p> <p><i>Результат2:</i> Приведены технологические схемы экспериментальных установок и методики проведения исследований гидродинамических характеристик, коэффициентов массоотдачи в газовой фазе и теплоотдачи, а также эффективности пылеулавливания;</p> <p><i>Результат3:</i> Проведено экспериментальное исследование гидродинамических закономерностей, массообменных характеристик и параметров пылеулавливания одноступенчатого двухзонного аппарата с регулярно размещенной насадкой и двухсторонним подводом газового и их расчет;</p> <p><i>Результаты 4 и 5:</i> Проведены экспериментальные исследования гидродинамических закономерностей, тепломассообменных характеристик и параметров пылеулавливания двухступенчатого аппаратов ударно-вихревого и циклонно-вихревого действия и их расчет;</p> <p><i>Результат 6:</i> Разработаны рекомендации по проектированию и эксплуатации промышленных образцов аппаратов для проведения процессов тепломассообмена и пылеулавливания;</p> <p><i>Результат 7:</i> Разработаны промышленные образцы двухступенчатых аппаратов циклонно-вихревого и ударно-вихревого действия, которые внедрены в технологических схемах очистки газов на АО «Актюбинский завод хромовых соединений».</p>
	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <u>полностью новые</u></p>	<p>Технические и технологические решения, основанные на выполненных исследованиях теоретического и экспериментального характера являются новыми и обоснованными, так как получены для аппаратов, защищенных патентами РК и которые доказали возможность снижения энергозатрат и рост эффективности при проведении процессов контактного теплообмена,</p>	<p>Технические и технологические решения, основанные на выполненных исследованиях теоретического и экспериментального характера являются новыми и обоснованными, так как получены для аппаратов, защищенных патентами РК и которые доказали возможность снижения энергозатрат и рост эффективности при проведении процессов контактного теплообмена,</p>

			массообмена и пылеулавливания.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы	Полученные автором научные результаты, а также сделанные выводы и заключения достаточно хорошо обоснованы. Поставленные докторантом в диссертационном исследовании цели достигнуты, а задачи полностью выполнены. Выводы отражают последовательность выполнения работы и проведенных исследований и хорошо обоснованы.
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	Для защиты диссертации сформулированы основные положения, куда включены классификация одноступенчатых и двухступенчатых тепломассообменных и пылеулавливающих аппаратов, расчетные зависимости для определения гидродинамических характеристик, параметров тепломассообмена и пылеулавливания, полученные для одноступенчатого аппарата с двухсторонним подводом газа, двухступенчатых аппаратов ударно-вихревого и циклонно-вихревого действия, математические модели турбулентного и диффузионного осаждения частиц в насадочной зоне, центробежного и инерционного осаждения частиц в циклонной ступени аппарата. 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>	Диссертационное исследование выполнено с использованием современных технологических и аналитических методов на базе НАО Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова. В ходе исследований и экспериментальных опытов использовались откалиброванные приборы. Эксперименты и измерения проводились в соответствии с

			<p>«Законом об обеспечении единства измерений», класс точности приборов соответствуют требованиям. Выбранные методы изложены во второй главе диссертации. Методология диссертационной работы построена на широко известных и апробированных научных подходах.</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) <u>да</u></p>	<p>При выполнении диссертационной работы были использованы приборы, методики и компьютерные технологии: гидравлическое сопротивление аппарата измерялось дифференциальным манометром и контролировалось прибором типа ДСР. Газосодержание определялось расчетным путем. Для проведения исследований коэффициентов массоотдачи в газовой фазе использовалась широко применяемая методика адиабатического испарения воды в воздух, а для исследования коэффициентов теплоотдачи измерялось поле температур, для чего установка была укомплектована ртутными термометрами и психрометрами Ассмана. Эксперименты по определению общей эффективности пылеулавливания проведены с использованием метода внутренней фильтрации с аллонжами, а при изучении фракционной эффективности применялся семиступенчатый импактор со двоянными ступенями.</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) <u>да</u></p>	<p>Теоретические выводы и выявленные закономерности доказаны и подтверждены следующими основными экспериментальными исследованиями. При получении уравнений для расчета гидравлического сопротивления и количества удерживаемой жидкости использованы результаты экспериментальных исследований и установленные закономерности взаимодействия вихрей в объеме регулярной трубчатой насадки. Расчетные уравнения гидравлического сопротивления при движении теплоносителя внутри труб учитывают потери давления на трение и местные</p>

			<p>сопротивления.</p> <p>При получении уравнений для расчета коэффициентов массоотдачи в газовой фазе использовались результаты экспериментов и диссипативный подход, а исходя из аналогии процессов тепло- и массообмена, получено уравнение для расчета коэффициентов теплоотдачи.</p> <p>С использованием турбулентно-диффузионного механизма улавливания твердых частиц на каплях жидкости дано математическое описание турбулентного и диффузионного осаждения твердых частиц в зоне удара и регулярно размещенной насадки. С использованием центробежно-инерционного механизма улавливания твердых частиц дано математическое описание центробежного и инерционного осаждения частиц.</p>
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	<p>Все утверждения, вытекающие из результатов выполняемой работы подтверждены ссылками на достоверную научную литературу. При этом полученные результаты анализируются в сравнении с известными данными.</p>
		8.5 Используемые источники литературы достаточны для литературного обзора	<p>Всего в диссертационной работе использовано 120 источников литературы. Это количество достаточно для проведенного литературного обзора.</p> <p>Ссылки на научно-техническую литературу включают источники, которые опубликованы в рейтинговых отечественных журналах рекомендованных КОКСНВО МН и ВО РК и зарубежных научных журналах, входящих в базу данных Web of Science и Scopus. Имеются ссылки на зарубежные и отечественные патенты, монографии, учебники, статьи из материалов международных конференций.</p>
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u>	<p>Диссертация имеет теоретическое значение, так как содержит созданную классификацию одноступенчатых и двухступенчатых тепломассообменных и пылеулавливающих аппаратов,</p>

			методики расчета для определения гидродинамических, тепломассообменных характеристик и параметров пылеулавливания, математические модели для расчета эффективности пылеулавливания контактных ступеней в аппаратах ударно-вихревого и циклонно-вихревого действия.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u>	Диссертация имеет практическое значение, поскольку все исследования проведены для аппаратов ударно-вихревого действия с двухсторонним подводом газового потока, двухступенчатых аппаратов ударно-вихревого и циклонно-вихревого действия на которые получены патенты РК. Для данных аппаратов разработаны инженерные методики расчета, рекомендации по проектированию и эксплуатации. Аппараты ударно-вихревого и циклонно-вихревого действия внедрены на АО «Актюбинский завод хромовых соединений» в производствах окиси хрома и сульфата хрома.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>	Предложения для практики являются полностью новыми, так как предлагаются разработанные методики расчета и рекомендации по проведению опытно-конструкторских работ вновь созданных аппаратов для проведения процессов тепломассообмена и пылеулавливания. Указанные материалы могут быть использованы в учебном процессе при проведении лекционных и практических занятий.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u>	Диссертационная работа написана в соответствии с правилами академического письма. Оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).
<p>По работе имеются замечания.</p> <p>1. В приложении приведен акт внедрения в учебный процесс. Это можно было отметить при формулировании цели работы во введении.</p> <p>2. В работе приведены результаты исследований коэффициентов массоотдачи в газовой фазе предложенных аппаратов. Это, как известно, позволяет их использовать при расчете параметров абсорбции хорошо растворимых газов. Можно было бы также провести исследования</p>			

коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе, что позволило бы рекомендовать аппараты для асорбции трудно растворимых газов.

Указанные замечания имеют рекомендательный характер.

Представленная диссертационная работа Абжапбарова А.А. отвечает требованиям Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МН и ВО РК. Считаю возможным ходатайствовать перед Комитетом для присуждения докторанту степени доктора философии (PhD)

Рецензент:
Доктор PhD,
декан факультета
«Педагогических наук»
Шымкентского университета

Д.Ж. Джанабаев

Подпись Д. Джанабаева заверяю:

Нагашовская *отдел*



З. Жамалова
қол қойған
3.05.2021 г.