

Письменный отзыв официального рецензента
 д.т.н., профессора кафедры «Теплоэнергетика» НАО «Торайгыров
 университет»
Никифорова Александра Степановича
 на диссертацию
 Ожикеновой Жанат Фархатовны
 на тему «Разработка технических решений по снижению вредных выбросов
 ТЭС на парогазовых установках»
 представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
 группы образовательных программ 6D071700 – Теплоэнергетика

№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) 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)	Диссертация выполнена в рамках проекта, финансируемого из государственного бюджета МОН РК № ИРН АР05134025 на тему «Исследование и разработка микрофакельных фронтных устройств, комплексных технических решений с целью повышения экологической безопасности работы газотурбинных установок в Казахстане». Также содержание диссертации нашло отражение в другом проекте, финансируемого из государственного бюджета МОН РК на 2022-2024 годы № АР14872041 на тему «Разработка и исследование новых фронтных устройств камер сгорания ГТУ для повышения экологической безопасности и эффективности работы газотурбинных установок в Казахстане».
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Работа вносит существенный вклад в науку, потому что полученные результаты раскрывают вопросы влияния предлагаемых технических решений на эффективность горения и объемы вредных выбросов, а также позволяют оптимизировать существующие конструкции и создавать новые. Важность работы глубоко раскрыта: подробно освещена актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Личный вклад автора заключается в: обзоре литературы и патентном поиске по теме исследования, осуществлении математического моделирования на программе Ansys Fluent, разработке стратегии экспериментальных исследований, подготовке и проведении экспериментов, обработке результатов опытов, подготовке рукописи, подготовке патентов и статей, апробации результатов работы.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации определяется тем, что в мире непрерывно растет потребление энергии, как следствие сжигается больше органического топлива, производится больше вредных выбросов. Потому вопросы снижения вредных выбросов ТЭС являются актуальными. Один из самых эффективных способов снижения загрязняющих веществ рассмотрен в диссертации. В обычных камерах сгорания с факельной горелкой оксиды азота составляют 150-200 ppm, а при использовании микрофакельных горелок эти показатели снижаются в 5-6 раз. Однако требования по экологии растут с каждым годом, следовательно, нужно искать новые пути решения данной задачи. При использовании в камерах сгорания ГТУ двухъярусных микрофакельных фронтальных устройств можно снизить концентрацию вредных выбросов до ниже требуемых, не меняя другие показатели. Также использование в камере догрева котла-утилизатора ПГУ эшелонированных угольковых стабилизаторов, который является разновидностью микрофакельных форсунок, дает еще больше возможности снижения токсичных веществ. Поэтому диссертационная работа является актуальной.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает;	Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации. Двухъярусная

		<p>2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>горелка для камеры сгорания ГТУ спроектирована, комплексно (теоретически и экспериментально) оптимизирована и исследована.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p>	<p>Поставленная в работе цель по разработке и исследованию технических решений снижения вредных выбросов в топливосжигающих устройствах ТЭС с ПГУ достигнута. В соответствии с поставленной целью все задачи в работе были решены.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Диссертация выстроена в строгой логической последовательности, позволяющей достичь поставленной цели. Первая глава содержит обзор и анализ источников существующих достижений. Вторая глава – описание экспериментальной установки, методика проведения экспериментов, обработка результатов и выполнение огненного эксперимента. Третья глава – теоретические численные исследования влияния угла завихрителей двухъярусной горелки; расстояния и угол раскрытия стабилизаторов на эффективность горения и эмиссии вредных выбросов. Четвертая глава – обобщение и математические выводы по работе. Имеются все обязательные разделы работы.</p>
		<p>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</p>	<p>Обзор существующих технологий снижения выбросов при горении был подвергнут в работе активной критике. Четко были сформулированы преимущества разработанной горелки перед существующими аналогами.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>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%)</p>	<p>Применяемые в работе методы исследования (моделирование в Ansys Fluent, регрессионный анализ и т.д.) давно известны в науке. Но полученные результаты, такие как углы поворота лопаток завихрителей, оптимальные расстояния и угол раскрытия стабилизаторов и новые конструкции являются</p>

			принципиально новыми и полезными для данной группы.
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы работы содержат принципиально новые сведения, необходимые создания подобных конструкций с высокими техническими и экологическими показателями. При использовании приведенной конструкции эмиссии NO_x сократились до 20 ppm.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Принципиально новым техническим решением является аналитическая методика определения концентрации оксидов азота в забалластированном потоке газа, также выведены математические зависимости температуры T, КПД горения η и эмиссий CO и NO_x от таких показателей как коэффициент избытка воздуха α горелочного устройства при разных углах поворота лопаток входного и выходного завихрителей.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все выводы научных заключений в работе основаны на основных законах и закономерностях термодинамики, тепломассообмена и механики жидкости и газа, а также экспериментальных и теоретических данных в области исследования микрофакельных горелочных устройств топливосжигающих камер ПГУ.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p>	<p>7.1 Все 5 положений, выносимых на защиту подробно и достоверно доказаны в работе: рациональные условия образования топливно-воздушной смеси определяются предлагаемыми конструктивными решениями; результаты математического моделирования поля скоростей и температур проверены на адекватность собственными экспериментальными исследованиями; рациональная конструкция микрофакельной горелки камеры сгорания и догрева ПГУ проверена на теоретической модели и в ходе эксперимента.</p>

		<p>7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет</p>	<p>7.2 Все положения, выносимые на защиту, являются оригинальными: оригинальность результатов математического моделирования поля скоростей и температур заключается в заданных краевых и начальных условиях предложенной конструкции; экспериментальные данные не тривиальны по причине уникальной организации конструкции и аэродинамических потоков внутри ярусов и за его пределами; оригинальность положения «рациональная конструкция двухъярусной горелки камеры сгорания газовой турбины» доказана семью полученными патентами на изобретение Республики Казахстан и одним международным Евразийским патентом на изобретение.</p>
		<p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p>	<p>7.3 Все 5 положений, выносимых на защиту, являются принципиально новыми. Их новизна подробно определена как нетривиальность в пункте 7.2.</p>
		<p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p>	<p>7.4 Положения, выносимые на защиту, имеют широкий уровень применения в аналогичных исследованиях и в технике в целом: рациональные условия образования топливно-воздушной смеси широко применимы в подобных конструкциях камер сгорания; результаты математического моделирования поля скоростей и температур внедрены в учебный процесс; экспериментальные данные внедрены в производство; рациональная конструкция микромодульной воздушной форсунки камеры сгорания газовой турбины применима в ГТД энергетических, авиационных, судовых и газоперекачивающих промышленных объектов.</p>
		<p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	<p>7.5 Все положения, выносимые на защиту, доказаны в 3 статьях рекомендованных ККСОН РК; 2 статьях, входящих в базу данных Scopus; 1 статье, входящих в</p>

			базу данных РИНЦ; нескольких международных научно-технических конференциях.
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет	Выбранные методы исследования в работе были проанализированы на предмет погрешности. Отклонение результатов математического моделирования составило около 13%. Предел среднеквадратичной погрешности измерительного оборудования в экспериментах находится в диапазоне 1,3 - 2,1 %.
		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	Моделирование процессов горения в двухъярусной горелке камеры сгорания ГТУ и в камере догрева котла-утилизатора ПГУ проводилось на базе программы Ansys Fluent. Для вывода итоговых зависимостей применялся проверенный временем метод регрессионного анализа.
		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	Результаты численных исследований были проверены на адекватность путем сравнения с результатами экспериментов. Средняя несходимость составила 16 %.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Все необходимые ссылки в работе имеются. Общий список литературы насчитывает более 150 источников. Имеются ссылки на собственные труды.
		8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Наибольшее число ссылок наблюдается в первой главе – литературном обзоре.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Полученные в работе уравнения и закономерности для определения объёмов вредных выбросов в зависимости от угла завихрителей применимы для любых подобных конструкций и являются универсальными, представляя существенную ценность для технической науки.

		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет</p>	<p>Практическая значимость данного исследования отображается в использовании результатов в учебном процессе (акты внедрения в учебный процесс) и с внедрением в производство (акт внедрения в производство). Полученные численные значения, формулы и коэффициенты внедрены в учебный процесс КазНТУ им. К.И. Сатпаева.</p>
		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Предлагаемые в работе решения способны существенно улучшить уже существующие конструкции и производить более эффективные новые.</p>
10.	Качество написания и оформления	<p>Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.</p>	<p>Работа выполнена в строго научном стиле. Понимание сути доступно для специалиста в данной области знаний. По ходу прочтения работы не было замечено грубых грамматических ошибок.</p>

Диссертационная работа на тему: «Разработка технических решений по снижению вредных выбросов ТЭС на парогазовых установках» отвечает требованиям «Правил присуждения степеней» Министерства образования и науки Республики Казахстан, а соискатель Ожикенова Жанат Фархатовна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по группе образовательных программ 6D071700 – «Теплоэнергетика».

д.т.н., профессор кафедры
«Теплоэнергетика»
НАО «Торайгыров университет»

А. Никифоров

