ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Кенбай Алишера Асылбекулы на тему «Низкотемпературная ячейка для исследования колебательных спектров углеводородных топлив в среднем ИК-диапазоне», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D07106 – Теплоэнергетика».

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
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:	Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки в области энергетики. В самой работе указано, что исследование выполнено в рамках НИР и проектов AP25794643, AP26104451 и AP19680205. Тематика низкотемпературной спектроскопии углеводородных топлив непосредственно связана с развитием теплоэнергетики и исследованием эксплуатационных свойств топлив при экстремальных температурах.
		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).	
2.	Важность для науки	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта.	Работа вносит существенный вклад в научное направление за счет разработки экспериментальной низкотемпературной ячейки и криогенно-капиллярной системы, позволяющих получать FTIR-спектры

			углеводородных топлив и спиртов при атмосферном давлении и температурах до (80,0 ± 0,7) К. Важность исследования обоснована дефицитом низкотемпературных спектральных данных при атмосферном давлении и перспективами применения результатов в энергетике.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: **1) высокий;** 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Уровень самостоятельности оценивается как высокий. Согласно диссертации, автор самостоятельно проводил эксперименты, выполнял обработку и количественную оценку результатов, участвовал в 3D-моделировании установки и подготовке публикаций. Совместно с научными консультантами определялись цели и задачи и обсуждались результаты.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: **1) обоснована;** 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность обоснована через существующую недостаточность данных о свойствах и поведении углеводородных топлив при низких температурах и атмосферном давлении, а также через практическую значимость таких исследований для

			теплоэнергетики, хранения и эксплуатации топлив.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Содержание последовательно раскрывает заявленную тему: первая глава посвящена проблематике и обзору существующих решений, вторая – разработке установки и методике, третья – экспериментальным результатам, их сравнению с литературными данными и оценке неопределенности.
		1) отражает;	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	Цель непосредственно связана с разработкой низкотемпературной ячейки для FTIR-исследований при атмосферном давлении. Задачи охватывают разработку установки, ее экспериментальную апробацию, получение и анализ спектров, сравнение с литературными данными и оценку воспроизводимости.
		1) соответствуют;	
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Разделы диссертации образуют последовательную цепочку «проблема и обзор – разработка конструкции и методики – экспериментальная апробация – анализ результатов – выводы и рекомендации». Основные положения защиты непосредственно следуют из
		1) полностью взаимосвязаны;	
		2) взаимосвязь частичная;	
		3) взаимосвязь отсутствует.	

			результатов, представленных в главах 2 и 3.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	В работе проведен обзор и сравнительный анализ существующих низкотемпературных установок и ячеек, после чего сформулированы преимущества и ограничения предлагаемого решения. Новая конструкция сопоставляется с известными подходами, а полученные спектры сравниваются с опубликованными данными.
		1) критический анализ есть;	
		2) анализ частичный;	
		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	
		4) анализ отсутствует.	
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Заявленная научная новизна носит самостоятельный характер: разработана криогенно-капиллярная система с низкотемпературной ячейкой для приставки диффузного отражения ФСМ 2203, обеспечивающая измерения при атмосферном давлении до 80 К. Работа также содержит экспериментальную апробацию и оценку воспроизводимости спектров.
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы непосредственно сформированы на основе выполненных экспериментов и количественной оценки неопределенности. В заключении систематизированы результаты разработки
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			установки, ее апробации и сравнения спектров с литературными данными.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Техническое решение является новым для используемой экспериментальной конфигурации: модернизирован стандартный держатель приставки диффузного отражения, разработана криогенно-капиллярная система и обеспечена инертная среда. Новизна конструкции подтверждается патентами Республики Казахстан №7284 и №9621.
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и достаточно хорошо обоснованы.	Основные выводы опираются на описание конструкции, экспериментальные измерения, обработку спектров, сравнение с литературными данными и количественную оценку неопределенности. Для положения о спектральной точности приведен бюджет неопределенности: расширенная неопределенность определения положения полос поглощения составляет ±0,936 $см^{-1}$ при доверительной вероятности 95%.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Положение 1

		7.1 Доказано ли положение?	7.1 Доказано ли положение? – 1) доказано. Положение подтверждено результатами экспериментальной апробации разработанной низкотемпературной ячейки и криогенно-капиллярной системы. Экспериментально продемонстрирована возможность проведения FTIR-измерений при атмосферном давлении и температурах до (80,0 ± 0,7) K. Полученные результаты и температурные характеристики установки приведены в диссертации. 7.2 Является ли тривиальным? – 2) нет. Положение не является тривиальным, поскольку его реализация потребовала разработки специальной низкотемпературной ячейки, криогенно-капиллярной системы и обеспечения стабильного температурного режима при интеграции с приставкой диффузного отражения серийного FTIR-спектрометра. 7.3 Является ли новым? – 1) да.
		1) доказано;	
		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) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	
		7.3 Является ли новым?	
		1) да;	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	
		7.4 Уровень для применения:	
		1) узкий;	
		2) средний;	
		3) широкий;	
		4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	
		7.5 Доказано ли в статье?	
		1) да;	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	

			Положение является новым в рамках представленного технического решения. В диссертации разработанная криогенная система обозначена как новая и защищена патентами Республики Казахстан №7284 и №9621. 7.4 Уровень для применения – 2) средний. Разработанная установка непосредственно применима в научных и криоспектрометрических лабораториях для исследования веществ при низких температурах и атмосферном давлении. Вместе с тем для широкого промышленного применения требуется дальнейшая апробация и расширение области исследуемых материалов. 7.5 Доказано ли в статье? – 1) да. Результаты разработки низкотемпературной ячейки и криогенной системы отражены в научных публикациях докторанта по теме исследования. Диссертация также указывает на наличие

			публикаций в зарубежных научных журналах и патентов, подтверждающих результаты разработки. Положение 2 7.1 Доказано ли положение? – 1) доказано. Положение подтверждено экспериментально: с использованием разработанной ячейки получены FTIR-спектры этанола, керосина и метанола, в которых идентифицированы характерные колебательные моды функциональных групп. Для определения положения спектральных полос также проведена метрологическая оценка с расширенной неопределенностью ±0,936 $см^{-1}$. 7.2 Является ли тривиальным? – 2) нет. Положение не является тривиальным, поскольку получение и интерпретация спектров в условиях низких температур и атмосферного давления требуют специально разработанной экспериментальной системы и

			соответствующей методики измерений. 7.3 Является ли новым? – 1) да. Положение является новым, поскольку диссертация представляет экспериментальные FTIR-данные, полученные для исследованных веществ в криогенном диапазоне 80–100 K при атмосферном давлении, и отмечает недостаток аналогичных данных в таких условиях. 7.4 Уровень для применения – 2) средний. Полученные спектральные данные и разработанная методика могут применяться для идентификации и исследования топливных материалов в научно-исследовательских и криоспектрометрических лабораториях. Расширение применения на другие виды топлива и многокомпонентные смеси требует дополнительной экспериментальной проверки. 7.5 Доказано ли в статье? – 1) да.

			Получение и анализ FTIR-спектров исследованных веществ отражены в публикациях по теме диссертации. В самой диссертации указано, что результаты исследования опубликованы в научных изданиях, включая зарубежные журналы. Положение 3 7.1 Доказано ли положение? – 1) доказано. Положение подтверждено сравнением экспериментальных спектров с литературными данными. Для исследованных веществ установлены характеристические полосы O–H и C–H, а воспроизводимость результатов оценена на уровне 96–97%. Кроме того, диссертация приводит количественную оценку неопределенности и отмечает согласованность полученных результатов с данными других исследователей. 7.2 Является ли тривиальным? – 2) нет.

			Положение не является тривиальным, поскольку подтверждение воспроизводимости требует проведения экспериментальных измерений, обработки спектральных данных, количественного сравнения с литературными результатами и оценки неопределенности измерений. 7.3 Является ли новым? – 1) да. Положение является новым применительно к получению и сравнению спектральных характеристик исследованных материалов в диапазоне 80–100 K при атмосферном давлении. Диссертация указывает на принципиально новый режим исследования и получение новых спектральных данных для этанола, керосина и метанола. 7.4 Уровень для применения – 2) средний. Полученные результаты могут использоваться для проверки воспроизводимости и достоверности FTIR-измерений, идентификации характеристических полос и

			дальнейшего исследования поведения топлив при низких температурах. Для широкого практического применения необходимы дополнительные исследования других видов топлива и их смесей. 7.5 Доказано ли в статье? – 1) да. Положение подтверждается публикациями в журналах Q1 по Scopus и рекомендуемых КОКСНВО по теме исследования, в которых представлены результаты FTIR-анализа и их сопоставление с литературными данными, а также в патентах. В диссертации прямо отмечается, что воспроизводимость результатов подтверждена сравнением с данными других исследователей.
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Методология подробно описана: приведены принцип работы FTIR-спектрометра и приставки диффузного отражения, конструкция ячейки и криогенно-капиллярной системы, последовательность эксперимента, температурный контроль, подготовка образцов и методы обработки спектров.
	Достоверность источников и предоставляемой информации	**1) да;**	
		2) нет.	

		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Использованы современные для поставленной задачи методы FTIR-спектроскопии, диффузного отражения и криогенного охлаждения. Для регистрации и обработки данных применялись FSpec и Origin; рассмотрены коррекция базовой линии, сглаживание, спектральное вычитание, производные и деконволюция.
		1) да;	
		2) нет.	
		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):	Ключевые результаты подтверждены экспериментально на примерах этанола, керосина и метанола. Получены спектры в криогенном диапазоне и выявлены характеристические полосы O–H и C–H; воспроизводимость сопоставлена с литературными данными.
		1) да;	
		2) нет.	
		8.4 Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу – подтверждены.	Утверждения опираются на значительный массив актуальной литературы, включая работы по FTIR-спектроскопии, криогенным системам, низкотемпературным свойствам топлив и методам оценки неопределенности.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора.	Литературный обзор опирается на 157 библиографических источников и включает современные публикации,

			обзоры, стандарты и материалы по низкотемпературной спектроскопии и измерениям.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Теоретическое значение заключается в расширении экспериментальной и информационной базы по поведению углеводородных топлив при низких температурах и атмосферном давлении, а также в возможности использования полученных спектральных данных для дальнейшего развития моделей и интерпретации структурных изменений.
		1) да;	
		2) нет.	
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Практическая ценность обусловлена созданием работоспособной экспериментальной установки, расширяющей возможности серийного FTIR-спектрометра. Полученные результаты могут применяться в криоспектрометрических лабораториях, а разработанный подход может быть распространен на другие виды топлив и их смеси.
		1) да;	
		2) нет.	
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Практические предложения опираются на разработанное техническое решение и
		1) полностью новые;	

		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	полученную методику измерений. Новизна подтверждается созданием и патентованием низкотемпературной системы, однако расширение методики на новые виды топлива и автоматизацию автор обоснованно рассматривает как направление дальнейшей работы.
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма:	Академическое письмо в целом соответствует уровню диссертационной работы: структура последовательна, приведены рисунки, таблицы, формулы, библиографические ссылки и описание экспериментальной методики. Имеются отдельные редакционные и терминологические моменты, не снижающие общего научного уровня работы.
		1) высокое;	
		2) среднее;	
		3) ниже среднего;	
		4) низкое.	
11.	Замечания к диссертации	На данную диссертационную работу существенных замечаний не имеется.	
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)	Научный уровень публикаций оценивается положительно. По теме исследования опубликованы две статьи в изданиях, индексируемых Scopus/Web of Science, а также статьи в изданиях, рекомендуемых КОКСНВО МНВО РК. В частности, статья «Cryogenic system for FTIR analysis of hydrocarbon fuels at low temperature and atmospheric pressure» опубликована в Applied Sciences (Scopus – 79-й процентиль, Q1; Web of Science – 71,7 процентиля, Q2), а статья «Development of low-temperature cell for IR Fourier-spectroscopy of hydrocarbon materials» – в Eurasian Physical Technical Journal (Scopus – 26-й процентиль, Q3). Публикации непосредственно отражают разработку ячейки, криогенной системы и ее апробацию. Дополнительно результаты представлены в трех профильных публикациях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК, и защищены патентами Республики Казахстан №7284 и №9621.	

13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Считаю, что диссертационная работа Кенбай Алишера Асылбекулы «Низкотемпературная ячейка для исследования колебательных спектров углеводородных топлив в среднем ИК-диапазоне» является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-практической задачи – разработку и экспериментальную апробацию низкотемпературной ячейки и криогенно-капиллярной системы для FTIR-исследования топлив при атмосферном давлении до 80 К. Полученные результаты обладают научной новизной и практической значимостью, обоснованы экспериментальными данными и опубликованы в научных изданиях. Диссертация соответствует установленным требованиям к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD), а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07106 – Теплоэнергетика.

Официальный рецензент:
PhD, ассоциированный профессор,
заведующий кафедрой «Теплоэнергетика»
Toraighyrov university (г. Павлодар, Республика Казахстан) **Карманов А.Е.**

«ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІ» КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ
қолын растаймын
Подпись Карманова А.Е. заверяю
ПДҚ белімі
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ»