ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу
Сейсеновой Акнур Бердибаевны на тему: «Синтез твердых соединений с высокими энергетическими характеристиками», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D073400/8D07103 - Химическая технология взрывчатых веществ и пиротехнических средств».

№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:	Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки: «Национальная безопасность и оборона».
		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 грантового финансирования ИРН AP05130784 «Синтез твердых соединений с высокими энергетическими характеристиками» (2018-2020 гг.)
2.	Важность для науки	**Работа вносит**/не вносит **существенный вклад в науку,** а ее важность **хорошо раскрыта/**не раскрыта	Диссертация представляет теоретическую и практическую значимость, разрабатывая новый состав твердого высокоэнергетического топлива с улучшенными показателями из местного сырья, синтезированного в режиме высокотемпературного горения. Работа также затрагивает экологические аспекты, стремясь к созданию топлив, минимизирующих вредное воздействие на окружающую

			среду. Более того, работа связана с государственными программами и научно-исследовательскими проектами, что подчеркивает ее важность и вклад в развитие науки.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: **1) <u>Высокий;</u>** 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности данной работы считаю высоким. Диссертационная работа носит комплексный исследовательский характер.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: **1) <u>Обоснована</u>;** 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертационного исследования подробно обоснована. Исследования в области синтеза материалов с повышенной энергоемкостью важны для материаловедения. Высокоэнергетические материалы находят применение в таких областях, как взрывчатые вещества, ракетное топливо и пиротехника. Стабильность и высокая реактивность этих материалов делают их значимыми для различных отраслей. Высокий спрос авиационной и космической отраслей, а также Министерства Обороны РК на разработку собственного ракетного топлива подчеркивает актуальность исследования. Исследование направлено на синтез высокоэнергетических материалов, что является важной и актуальной проблемой в данной области. Все ключевые аспекты исследования связаны с текущими потребностями и вызовами в соответствующих

			отраслях, что делает работу значимой как с научной, так и с практической точки зрения.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: **1) <u>Отражает</u>;** 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Диссертация соответствует содержанию, представленному в работе.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) **<u>соответствуют</u>;** 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	В диссертации автор четко сформулировал цель и задачи исследования, которые непосредственно связаны с тематикой данной научной работы.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: **1) <u>полностью взаимосвязаны;</u>** 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Диссертационная работа характеризуется внутренней логической последовательностью, где разделы и научные положения полностью взаимосвязаны.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; **<u>2) анализ частичный</u>**; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	В диссертации приводится детальный анализ различных аспектов разработки высокоэнергетических топлив. Автор рассматривает существующие методы и сравнивает их с предложенными решениями. Например, в разделе 3, посвященном термодинамическим расчетам, обсуждаются энергетические свойства топлива и удельный импульс, что свидетельствует о глубоком анализе и сопоставлении с известными методами. В некоторых частях диссертации, автором не проводится полноценный критический анализ, а лишь сосредоточиваться на описании новых методов и их преимуществах, включая в себя обсуждение

			оптимизации топливных составов и введения новых компонентов без детального сравнения с существующими методами. Например, в разделе 2.6 описываются методы определения деформационно-прочностных и реологических характеристик композиций без сравнения с известными решениями.
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 полностью являются новыми, что подтверждается полученными результатами.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? **1) полностью новые;** 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Научные выводы, представленные в диссертации, являются новыми и значимыми, и полученными впервые на основе экспериментальных результатов.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: **1) полностью новые;** 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными.
6.	Обоснованность основных выводов	**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)	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения экспериментальных результатах в соответствии с современными литературными данными.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	

		Положение 1 Термодинамическим расчетом определена адиабатическая температура горения ТАД 2537-3398 К, удельный импульсе ЈУД 240-260 с и коэффициент избытка окислителя 0,5 синтеза высокоэнергетических твердых горючих материалов с составом NH_4NO_3 – 64 масс. %, СКДМ-80 – 20 масс. %, Al-15 масс. % в результате реакции нитридообразования Al в эндотермическом режиме при 3000 К. 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	**Положение 1** подтверждено термодинамическими расчетами и экспериментальными данными. Исследование требует глубокого понимания термодинамики и химических реакций, что делает его нетривиальным. Впервые определены термодинамические показатели для данной системы с такими составами и условиями. Положение 1 имеет важное значение для разработки высокоэнергетических топлив, что делает его применимым в специализированных областях. Положение 1 детально рассмотрено и доказано в статье с использованием термодинамических расчетов и экспериментальных данных.
		Положение 2 В реакции СВС установлены массовый состав высокоэнергетических композиции и оптимальные эмпирические формулы ее составляющих $C_4H_8N_8O_8$ ($C_{13,513}H_{27,027}O_{27,027}N_{27,027}$) KNO_3 ($K_{9,89}N_{9,88}O_{29,67}$) и Al, при плотности образцов от 1,69 до 1,8 г/см^3 наблюдается скорость горения в интервале 0,6 до 2,8±0,61 мм/с с учетом коэффициентов избытка окислителя α=0,5-0,9. 7.1 Доказано ли положение? **1) доказано;** 2) скорее доказано;	**Положение 2** Экспериментальные данные подтверждают состав высокоэнергетических композиций и их формулы. Определение оптимальных эмпирических формул требует значительных исследований и не является очевидным. Впервые определены и оптимизированы составы высокоэнергетических

		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 **Положение 3** Модифицирование металлического Al марок АСД-6 и ПАП-1 соединениями Sn, Ga и Pb в смеси с высокоэнергетическими композициями NH_4NO_3, СКДМ в присутствии катализаторов TiO_2, SiO_2 и ингибитора $SnCl_2$ позволяет регулировать скорости горения рецептурным способом. 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;**	композиций для конкретных условий реакции. Положение 2 имеет специализированное применение в области разработки горючих материалов. Статья подробно рассматривает экспериментальные данные, подтверждающие состав и формулы. **Положение 3** Экспериментальные исследования показывают, что добавление определенных соединений позволяет регулировать скорости горения. Регулирование скорости горения требует сложных экспериментов и понимания химических взаимодействий. Новые методы модификации алюминия и использование катализаторов для регулирования скорости горения не были ранее описаны. Методики применимы в узкоспециализированных областях разработки горючих материалов. Статья содержит экспериментальные данные, подтверждающие эффективность предложенных методов.

		3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? **1) да;** 2) нет **Положение 4** Скорость горения конденсированных систем на основе NH_4NO_3 – 65, KNO_3 –7, СКДМ80 –13, AlB_2 – 15 превышает в 3,47 раза скорость горения базового NH_4NO_3 – с участием порошкового Al, при этом полнота сгорания систем по массе огарков составляет AlB_2 0,85 г или 17,9 % от исходного в продуктах реакции. 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	**Положение 4** Экспериментальные данные подтверждают увеличение скорости горения по сравнению с базовым составом. Исследование влияния различных добавок на скорость горения требует глубокого анализа и не является очевидным. Впервые представлены данные о значительном увеличении скорости горения при использовании данных составов. Методика применима в специализированных разработках в области горючих материалов. Статья содержит экспериментальные данные, которые подтверждают увеличение скорости горения и полноту сгорания.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана **1) да;** 2) нет	Методология, применяемая в диссертации, подробно описана и обоснована в различных разделах работы. В частности, ключевые методики включают термодинамические расчеты, определение деформационно-

			прочностных и реологических характеристик композиций, рентгенофазовый анализ, и экспериментальные исследования в камере сгорания энергоемких материалов. Данные методы используются для всестороннего анализа и верификации предложенных высокоэнергетических материалов, что позволяет утверждать, что выбор методологии является обоснованным.
		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	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. Об этом свидетельствует использование таких методов, как дифференциально-термический анализ (ДТА), термогравиметрия (ТГ), рентгеноспектральный анализ (РСА), а также проведение экспериментов и интерпретация автором полученных данных.
		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	Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием. Это утверждение особенно касается экспериментального исследования термодинамических характеристик и условий горения

			высокоэнергетических систем, а также оптимизации составов и режимов горения различных компонентов. Экспериментальные данные включают термодинамические расчеты, синтез и контроль физико-химических параметров, модификацию порошков и исследование процессов горения. **Это подтверждается следующими разделами диссертации:** Термодинамические расчеты и экспериментальные исследования факторов и условий проведения процесса горения (Раздел 3). Оптимизация составов ВЭС и технологических режимов горения с расчетом эквивалентных формул и контроль физико-химических параметров (Разделы 4.2 и 5.1). Методика исследования в камере сжигания энергоемких материалов и рентгенофазовый анализ (Разделы 2.4 и 2.7).
		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения в диссертации подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. Однако, небольшая часть ссылок на более старые источники, использована для фундаментальных теоретических основ и поэтому тоже может считаться обоснованной.
		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора	В диссертационной работе список использованной литературы содержит 103 источников, что является

			достаточным для литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: **1) да;** 2) нет	Диссертация имеет теоретическое значение. Разработанные основы физики и химии процессов горения энергоемких систем при высоких температурах закладывают основу для развития прикладной науки в области химической физики и химической инженерии.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: **1) да;** 2) нет	Диссертация имеет практическое значение, и существует вероятность применения полученных результатов на практике в различных отраслях, таких как аэрокосмическая и оборонная промышленность.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? **1) полностью новые;** 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения для практического применения, изложенные в диссертации, являются новыми. Диссертация предлагает новые подходы к оптимизации состава и режимов горения высокоэнергетических топливных систем, что подтверждается первичными исследованиями и экспериментальными результатами.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: **1) высокое;** 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма в данной диссертации высокое. Работа соответствует стандартам академического письма, хорошо структурирована и содержит обоснованные и подтвержденные научными источниками выводы.

			Однако, в тексте диссертации имеется ряд неточностей (например, общепринятое оформление некоторых химических соединений предполагает использование подстрочных индексов для обозначения количества атомов в молекуле, т.е. N2O → N_2O и т.д.). Тем не менее, указанные замечания не носят принципиального характера и не затрагивает основных положений, выводов и научных результатов данной работы.

Комментарии и замечания:

1. В разделе 1.2 «Наиболее перспективные твердые соединения» желательно добавить детальное описание конкретных соединений и их преимуществ.
2. В разделе 2.6 «Определение деформационно-прочностных и реологических характеристик композиций» следует более подробно описать методику определения деформационно-прочностных характеристик изучаемых материалов.

Вышеуказанные комментарии и замечания несут уточняющий характер и не влияют на качество диссертационного исследования.

Решение: присудить Сейсеновой Акнур Бердибаевне степень доктора философии (PhD).

Официальный рецензент:
PhD, ведущий научный сотрудник
лаборатории энергоемких наноматериалов
РГП на ПХВ «Институт проблем горения» МНВО РК

(подпись)

Елемесова Ж.К.

Институт проблем горения
Подпись Елемесовой Ж.К. заверяю
Ученый секретарь Жунтаев У.А.