ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Бекмулдина Максата Куатбековича на тему «Экспериментальное моделирование взаимодействия модельного кориума легководного ядерного реактора с Al_2O_3 - жертвенным материалом с кипящим свинцовым слоем ловушки расплава», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05302 – «Техническая физика»

№ 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:	Диссертационная работа соответствует приоритетному направлению развития науки «Энергия, передовые материалы и транспорт» по специализированному научному направлению «Атомная энергетика, ядерные технологии и использование атомной энергии». Диссертационная работа выполнена в рамках научно-технической программы «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан» за 2021-2023 гг. (BR09158470) Министерства энергетики Республики Казахстан.
		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**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.	Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку в области атомной энергетики и ее важность полностью раскрыта соискателем. В работе методами

			компьютерного и физического моделирования проведены исследования перспективного жертвенного материала ловушки расплава АЭС на основе оксида алюминия со свинцовым слоем. Жертвенные материалы являются одним из главных элементов эффективной локализации кориума в ловушке расплава.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) **высокий;** 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	При выполнении диссертационной работы соискатель проявил высокую степень самостоятельности. Результаты экспериментальных и теоретических исследований получены при непосредственном участии соискателя. Показателем высокого уровня самостоятельности соискателя служат проведенный анализ кандидатных жертвенных материалов ловушки расплава, разработка методики проведения экспериментальных исследований, а также, подготовка публикаций в различных научных изданиях.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) **обоснована;** 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность диссертационной работы обоснована полностью. Испытания конструкционных материалов ловушек расплава являются одним из актуальных направлений исследования

			пассивных систем защиты АЭС. Это связано с тем, что жертвенные материалы используются в ловушке расплава для эффективной локализации кориума. Таким образом, выбор оптимального жертвенного материала позволит снизить риски и минимизировать последствия тяжелой аварии с расплавлением активной зоны.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Представленные в диссертации результаты проведенного литературного обзора научно-технической литературы в области рассматриваемой проблематики, а также, результаты расчетно-экспериментальных исследований полностью отражают тему диссертации.
		1) **отражает;**	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	Цель и задачи диссертационной работы полностью соответствуют теме диссертации. Исходя из поставленной цели, были поставлены четыре задачи, которые в полной мере отражают все аспекты проведенного исследования.
		1) **соответствуют;**	
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны и имеют внутренне единство. Диссертация является полностью структурированной и
		1) **полностью взаимосвязаны;**	
		2) взаимосвязь частичная;	
		3) взаимосвязь отсутствует.	

			представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	Каждый раздел диссертационной работы основан на комплексном критическом анализе и глубоких выводах, сформулированных соискателем. Новые решения и методы исследований аргументированы, полностью обоснованы и подтверждены полученными результатами.
		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?	Научные результаты и положения диссертационной работы являются полностью новыми. Соискателем на основе анализа ранее проведенных работ в данной области были предложены новые подходы к рассматриваемой проблематике. Это подтверждается опубликованными работами в высокорейтинговых международных и отечественных журналах.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы диссертационной работы являются новыми и основаны на анализе полученных результатов. Проведенные исследования являются уникальными и существенно дополняют знания о характере исследованного взаимодействия предложенных материалов с кориумом, а также
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			расширяют методические подходы для проведения экспериментальных исследований в данной области.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Для достижения цели диссертационной работы была разработана методика экспериментальных испытаний материалов в условиях моделирования тяжелой аварии. Эта методика включает в себя способ калибровки индукционного нагревателя для имитации остаточного энерговыделения кориума. Данная методика может быть использована в других аналогичных установках, использующих индукционный нагрев, для проведения исследований в этой области.
		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**/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Все основные выводы сформулированы на основе апробированных расчетно-экспериментальных методов исследования. Полученные выводы полностью подтверждают положения диссертационной работы.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	**Положение 1.** Компьютерное моделирование взаимодействия кориума с жертвенным материалом из оксида алюминия и свинцового слоя ловушки
		7.1 Доказано ли положение?	
		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.	расплава легководного реактора показало, что использование свинцового слоя обеспечивает теплоотвод 0,45 МВт от кориума за счет тепловой энергии, затрачиваемой на фазовый переход материала кипящего слоя в парообразное состояние. **7.1 Доказано** **7.2 Нет** **7.3 Да** **7.4 Широкий** **7.5 Да** **Положение 2.** При индукционном нагреве величина удельного энерговыделения в графитовом блоке составляет 2,02 кВт/кг, что соответствует необходимому значению мощности в расплаве кориума 0,41 кВт/кг для максимального приближения процесса имитации остаточного энерговыделения к реальному. **7.1 Доказано** **7.2 Нет** **7.3 Да** **7.4 Широкий** **7.5 Да** **Положение 3.** Микроструктура затвердевшего кориума после взаимодействия с жертвенным материалом представлена твердым раствором, состоящим из двух фаз

			с разным типом кристаллической решетки. На участках «темного» плотного кориума и переходной области взаимодействия кориума с керамическим материалом фаза данного твердого раствора кристаллизовалась в тетрагональной модификации решетки пространственной группы P42/nmc, в то время как на участке «светлого» пористого кориума при том же составе фаза находится в кубической модификации решетки пространственной группы Fm3m. **7.1 Доказано** **7.2 Нет** **7.3 Да** **7.4 Широкий** **7.5 Да** Все положения, выносимые на защиту, доказаны в публикациях в научных журналах и апробированы на научных конференциях.
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Диссертационная работа выполнена с использованием качественного экспериментального и лабораторного оборудования, которое позволило получить достоверные результаты.
	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:	Результаты диссертационной работы получены посредством современных методов и методик. Были использованы современные вычислительные программные комплексы для проведения теплофизических расчетов, уникальная установка «Лава-Б» для проведения экспериментов, а также материаловедческое оборудование для исследования состава и структуры полученного материала.
		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):	Результаты диссертационной работы, отраженные в выводах получены и доказаны на основе комплекса расчетных и экспериментальных исследований взаимодействия кориума и кандидатного жертвенного материала.
		1) **да;**	
		2) нет.	
		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора.	Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора. Список использованной научной литературы насчитывает 125 наименований.

9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Диссертация имеет значительное теоретическое значение. Полученные результаты значительно расширяют теоретическую базу о поведении кандидатных жертвенных материалов в условиях тяжелой аварии с расплавлением активной зоны.
		1) **да;**	
		2) нет.	
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Диссертация имеет высокое практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике. Полученные результаты могут быть использованы при дальнейших исследованиях жертвенных материалов при разработке новых реакторных установок.
		1) **да;**	
		2) нет.	
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Соискателем была предложена методика калибровки индукционного нагревателя, а также основываясь на полученных результатах и выявленных особенностей взаимодействия кандидатного жертвенного материала и кориума был сделан вывод о его перспективности и применении на практике.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма:	Качество академического письма высокое. Диссертационная работа
		1) **высокое;**	
		2) среднее;	

		3) ниже среднего; 4) низкое.	изложена достаточно ясным научно-техническим языком.
11.	Замечания к диссертации	В диссертационной работе Бекмулдина М.К. имеются отдельные стилистические опечатки, а также, имеются некоторые замечания по оформлению списка литературы. Однако, эти замечания не снижают научной новизны и практической значимости работы и не влияют на общую положительную оценку диссертации.	
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)	Соискателем опубликовано 18 печатных работ, из них в журналах, индексируемых в базе Scopus и/или Web of Science – 6, в сборниках трудов международных конференций – 10, а также патент на полезную модель – 1. Соискатель является в статьях либо автором-корреспондентом, либо первым автором. Публикации соискателя имеют высокий научный уровень и отражают суть проведенных исследований.	
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертационная работа Бекмулдина Максата Куатбековича на тему «Экспериментальное моделирование взаимодействия модельного кориума легководного ядерного реактора с Al_2O_3 - жертвенным материалом с кипящим свинцовым слоем ловушки расплава» полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МНВО РК к диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05302 – «Техническая физика».	

Официальный рецензент:
доктор физико-математических наук, профессор,
начальник научного центра
АО «Ульбинский металлургический завод» **Кылышканов М.К.**

Подпись Кылышканова М.К. заверяю
специалист по персоналу Ж.Н. Ренисова