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 научному направлению «Атомная энергетика, ядерные технологии и использование атомной энергии». Диссертационная работа выполнена в рамках выполнения 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. В работе проведены исследования нового,

			предложенного соискателем, жертвенного материала ловушки расплава на основе оксида алюминия со свинцовым слоем на поверхности. Ловушка расплава предназначена для эффективная локализация кориума и жертвенные материалы являются основным элементом выполнения данной задачи, за счет растворения в кориуме для совершения гравитационной инверсии металлической и оксидной компоненты кориума, и подачи воды на зеркало расплава.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) **высокий;** 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	При выполнении диссертационной работы соискатель проявил высокую степень самостоятельности. Соискатель самостоятельно решал существенные задачи необходимые для успешной реализации исследований, также принимал непосредственное участие в проведении экспериментов на установке «Лава-Б» и последующих материаловедческих исследований. Дополнительным показателем высокого уровня самостоятельности соискателя, публикации в научных изданиях, где он является первым автором или автором корреспондентом.
4.		4.1 Обоснование актуальности диссертации:	

		1) **обоснована;**	Актуальность диссертационной работы обоснована полностью. Ловушки расплава являются одним из основных элементов пассивных систем безопасности АЭС. Выбор жертвенных материалов для ловушек расплава легководных реакторов является одной из важнейших задач для надежной локализации кориума во время тяжелой аварии с расплавлением активной зоны и выходом кориума за пределы корпуса реактора.
		2) частично обоснована;	
		3) не обоснована.	
	Принцип внутреннего единства	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Приведенные в диссертации результаты анализа научно-технической литературы, расчетных и 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 полностью соответствуют теме диссертационной работы. Задачи взаимосвязаны и направлены на достижение поставленной цели диссертационной работы.
		1) **соответствуют;**	
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Все разделы и положения диссертационной работы логически взаимосвязаны. Диссертация представляет собой квалифицированную завершенную работу и характеризуется четкостью и обоснованностью выводов.
		1) **полностью взаимосвязаны;**	
		2) взаимосвязь частичная;	
		3) взаимосвязь отсутствует.	

		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	В каждой главе диссертационной работы сделаны выводы, в которых содержится критический анализ и собственное мнение соискателя по рассматриваемым вопросам. Предложенные соискателем методы исследований взаимодействия кориума с кандидатным жертвенным материалом аргументированы и полностью обоснованы.
		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. Подтверждением этого является успешное опубликование 6-ти статей в рецензируемых отечественных и зарубежных научных журналах, входящих в базу данных Web of Science и Scopus. Впервые были проведены экспериментальные исследования и получены результаты взаимодействия кориума с жертвенным материалом из оксида алюминия со свинцовым слоем.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы диссертации являются полностью новыми и основаны на полученных результатах расчетно-экспериментальных исследований, представленных в диссертационной работе соискателя.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Технические и технологические решения являются полностью новыми и обоснованными. Соискателем разработаны теплофизические модели экспериментальной секции установки «Лава-Б» и разработана методика калибровки индукционного нагревателя для имитации остаточного энерговыделения в кориуме, которая может быть применена в любых технологических установках, использующих индукционный нагреватель, для повышения эффективности его использования.
		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).	Обоснованность и достоверность выводы подтверждается полученными результатами расчетно-экспериментальных исследований, а также, публикациями результатов исследований в научных изданиях. Полученные выводы характеризуются внутренним единством и полным соответствием положениям 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 расплава легководного реактора показало, что использование свинцового слоя обеспечивает теплоотвод 0,45 МВт от кориума за
		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.	счет тепловой энергии, затрачиваемой на фазовый переход материала кипящего слоя в парообразное состояние. **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. **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.
		7.2 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.	

			7.1 Доказано **7.2 Нет** **7.3 Да** **7.4 Широкий** **7.5 Да**
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Выбор методов и методических подходов обоснован, методология подробно описана. При проведении исследований было использовано экспериментальное и лабораторное оборудование, позволяющее получать 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 с использованием современных методов научных исследований. Использовались методы физического и компьютерного моделирования, а также методы исследования структуры и элементного и фазового составов материала. Использование выбранных методов основано на применении программного обеспечения ANSYS, экспериментального стенда «Лава-Б» и оборудования для проведения материаловедческих исследований.
		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):	Выводы, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, доказаны и основаны на оригинальных расчетно-экспериментальных данных, полученных в рамках выполнения научно-исследовательской работы.
		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 научной литературы насчитывает 125 наименований.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Диссертация имеет значительное теоретическое значение, которое заключается в том, что полученные результаты проведенных исследований взаимодействия кориума с жертвенным материалом из оксида алюминия со свинцовым слоем в условиях моделирования тяжелой аварии могут быть использованы для усовершенствования ловушек расплава и разработки новых жертвенных материалов с целью повышения надежности пассивных систем безопасности АЭС.
		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. Разработанные теплофизические модели и методика проведения экспериментальных исследований взаимодействия кориума с конструкционными материалами успешно применяются в Национальном ядерном центре Республики Казахстан в рамках действующих научно-технических программ.
		1) **да;**	
		2) нет.	
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Уровень новизны практических рекомендаций и предложений достаточно высокий. Предложенные методики и подходы являются новыми для практики внереакторных экспериментов взаимодействия кориума с жертвенными материалами и внедрены в процедуру проведения экспериментальных исследований, проводимых в Национальном ядерном центре Республики Казахстан.
		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 написана грамотным научно-техническим языком и представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу.
		1) **высокое;**	
		2) среднее;	
		3) ниже среднего;	
		4) низкое.	

11.	Замечания к диссертации	В диссертационной работе Бекмулдина М.К. имеются орфографические ошибки, а также, некоторые рисунки имеют мелкие подписи и обозначения. Однако, вышеприведенные замечания не снижают научно-практической ценности 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)	Научный уровень статей соискателя по теме исследования высокий. Публикации (6 статей в журналах, индексируемых в базе Scopus и/или Web of Science) отражают основные результаты диссертации
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:
PhD, ведущий научный сотрудник НИЦ «Инженерия поверхности и трибология» НАО «Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова»

Буйткенов Д.Б.

Подпись Буйткенова верна.
специалист УПиПР