

ОТЗЫВ ЗАРУБЕЖНОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертационную работу Толеубекова Куанышбека Оразбековича на тему «Взаимодействие расплава материалов активной зоны легководного ядерного реактора с металлами-охлаждителями в условиях внекорпусной стадии развития тяжелой аварии», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05302 – «Техническая физика»

Тема диссертационной работы Толеубекова К.О. непосредственно связана с важным направлением развития атомной энергетики – безопасной эксплуатацией атомных станций с легководными реакторами. Работа посвящена вопросу совершенствования устройств локализации расплава кориума, которые являются одной из пассивных систем защиты атомных станций.

Актуальность выбранной автором темы исследования обусловлена тем, что устройства локализации расплава являются важной и неотъемлемой частью атомных станций с современными реакторами поколения III+. Исходя из этого, в настоящее время существует спрос на широкий спектр исследований, направленных на дальнейшее повышение безопасной эксплуатации реакторных установок.

В диссертационной работе предложен метод охлаждения поверхности кориума в устройстве локализации расплава, основанном на использовании эффекта кипения металлов. Необходимость проведения таких исследований обусловлена тем, что существующая концепция предполагает теплоотвод от кориума через водоохлаждаемый корпус и залив водой его поверхности. Однако, залив воды в устройство локализации осуществляется с задержкой по времени ввиду особенностей состава кориума. В связи с этим, соискателем было предложено использовать металлы для охлаждения поверхности кориума в начальный период локализации кориума для организации непрерывного теплоотвода.

Путем выполнения аналитических и расчетных исследований с применением современных компьютерных методов решения тепловых задач было концептуально подтверждена возможность реализации предложенного способа охлаждения кориума. В тоже время, для понимания всех аспектов такого взаимодействия целесообразным было проведение экспериментальных исследований с разработкой отдельных методических подходов высокотемпературных исследований взаимодействия легкоплавких металлов с кориумом.

В материалах диссертации представлен метод маломасштабных экспериментов для исследования процессов взаимодействия кориума с металлами, обеспечивающий высокое приближение условий реальной аварийной ситуации с расплавлением активной зоны.

Разработанный соискателем способ представляет собой метод высокотемпературных испытаний с использованием специальной

экспериментальной сборки. Основная новизна и практическая значимость данной экспериментальной сборки заключается в разработке устройства сброса металла, которое позволяет организовать исследуемое взаимодействие после получения расплава прототипа кориума с температурой ~ 2250 °С.

Разработанный метод высокотемпературных испытаний имеет важное практическое значение для научных исследований. Метод может быть применен в экспериментах по исследованию взаимодействия перспективных материалов для атомной энергетики. Актуальность таких исследований связана с тем, что новые перспективные материалы также должны быть испытаны на случай тяжелой аварии с расплавлением активной зоны легководного реактора.

Проведенные соискателем изучение полученных образцов с использованием современных и апробированных методов материаловедческих исследований позволили установить особенности взаимодействия металлов-охлаждающих с кориумом. Было установлено различие структурно-фазового состава образцов и как следствие различие в механизме взаимодействия каждого металла-охлаждающего с кориумом.

Следует отметить, что основная часть результатов диссертационной работы получена в рамках выполнения проекта грантового финансирования Комитета науки МНВО РК на тему «Разработка и исследование способа охлаждения кориума в подреакторной ловушке расплава активной зоны АЭС при тяжелой аварии» за 2022-2024 гг. (AP14870512).

Толеубеков К.О. основные результаты диссертационной работы доложил на 9 международных и отечественных научных конференциях, является соавтором 3 научных статей по теме диссертационного исследования в журналах, индексируемых в международных базах Web of Science и/или Scopus и 1 статьи в журнале рекомендованный КОКСНВО МНВО РК для публикаций, а также 1 патента на полезную модель РК.

Достоверность результатов, представленных в диссертации, основывается на применении хорошо апробированных методов компьютерного и физического моделирования процессов, протекающих во время тяжелой аварии с расплавлением активной зоны, методов исследования структуры и состава материалов.

В 2023 году Толеубеков К.О. проходил зарубежную стажировку в Инженерной школе ядерных технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета. В период стажировки, соискатель освоил необходимые знания о методах исследований в экспериментальной физике. Толеубеков К.О. представлял результаты своего исследования на семинарах с другими докторантами (PhD) и аспирантами, а также получил ценные рекомендации по проведению научных исследований по диссертационной работе от специалистов университета.

Главы диссертации структурированы, логически взаимосвязаны и имеют внутреннее единство. Она представляет собой квалифицированную завершённую работу и характеризуется строгой последовательностью,

хорошим общим изложением, четкостью и обоснованностью выводов. Диссертация может вызвать большой интерес у специалистов в области атомной энергии при разработке и испытаниях элементов перспективных реакторных установок в аварийных режимах работы. Работа выполнена с соблюдением принципа академической честности.

Цель и поставленные задачи диссертационного исследования, как теоретические, так и практические выполнены соискателем самостоятельно при консультативной поддержке научных консультантов и специалистов филиала «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК.

По моему мнению, весь объем диссертационной работы, практическая значимость, новизна и достоверность представленных результатов, достигнутых Толеубековым К.О., соответствует всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан к докторским(PhD) диссертациям.

В связи с вышеизложенным, считаю, что соискатель Толеубеков Куанышбек Оразбекович несомненно *заслуживает* присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05302 – «Техническая физика» и его диссертационная работа может быть представлена для защиты в соответствующий диссертационный совет.

**Зарубежный научный консультант,
доктор технических наук, профессор**

А.В. Градобоев

Градобоев Александр Васильевич, доктор технических наук, профессор Отделения экспериментальной физики Инженерной школы ядерных технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Тел.: +7-913-866-8405

E-mail: gradoboev1@mail.ru, gava@tpu.ru

Подпись профессора А.В. Градобоева заверяю

И. о. Ученого секретаря
ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский
политехнический
университет»



/В.Д. Новикова/

2024г.