

## Отзыв

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Антона Михайловича Кобелева на диссертацию Та Ван Тхыонг на тему: «Расчетно-экспериментальные исследования композитных радиационно-защитных материалов с использованием природных минералов Вьетнама», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 – Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Диссертационная работа Та Ван Тхыонг посвящена расчетно-экспериментальными исследованиям композитных радиационно-защитных материалов, являющихся важной частью системы ограничения доз радиации для персонала, поскольку достижение приемлемого уровня защиты требует большего, чем просто соблюдение пределов дозы.

Тема диссертационной работы, несомненно, актуальна в связи с необходимостью разработки новых эффективных нетоксичных композитных материалов с использованием природных минералов Вьетнама для радиационной защиты на объектах использования атомной энергии.

Тематика исследования соответствует утвержденным на федеральном уровне приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации (пункт 8 - Энергоэффективность, энергосбережение и атомная энергетика).

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, основных выводов, списка сокращений/обозначений и списка цитируемой литературы.

**Во введении** обоснована актуальность проведенных исследований, определены цель и задачи работы. Изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования. Указан личный вклад автора, основные положения, выносимые на защиту, и степень достоверности полученных результатов. Также представлены данные по апробации работы и публикациям по теме исследования.

**В первой главе** приведены результаты анализа перспектив развития ядерной энергетики и ядерной инфраструктуры во Вьетнаме, необходимых для строительства объектов использования атомной энергии (ОИАЭ). Автор исследования выделил три ключевых элемента из 19, определенных МАГАТЭ: охрана окружающей среды, развитие людских ресурсов и радиационная

защита. Были разработаны мероприятия для каждого из этих элементов. По охране окружающей среды проведен анализ требований и методов оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), правовой базы Вьетнама и международных руководств для разработки методических рекомендаций. В рамках развития людских ресурсов создан русско-вьетнамский словарь терминов и учебник по ядерной энергетике на двух языках. Выполнены исследования природных минералов Вьетнама для использования в строительстве радиационной защиты, что позволит снизить затраты на сооружение атомных объектов.

**Во второй главе** проведена оценка эффективности радиационной защиты различных видов природных камней Вьетнама для использования в качестве экранирующих материалов в проекте центр ядерной науки и технологий (ЦЯНТ) Вьетнама. Эксперименты показали, что увеличение концентрации железа и кальция во вьетнамских камнях от 3,21 до 65,97% повышает их пористость от 2,48 до 2,86 г/см<sup>3</sup>. Исследование радиационно-защитных свойств показало, что линейный коэффициент ослабления при энергии 1,332 МэВ увеличивается от 0,135 до 0,155 см<sup>-1</sup> при увеличении концентрации железа и кальция. Результаты показывают, что вьетнамские природные камни имеют хорошую защитную способность, сравнимую с международными стандартами, и их широкая доступность делают их привлекательными для использования. Таким образом, изученные вьетнамские камни (в частности, мрамор М 3.1 и зеленый гранит GG 8.1) могут использоваться как природные экранирующие материалы без свинца, а также в качестве наполнителя для бетона при строительстве атомных электростанций и других объектов во Вьетнаме.

**В третьей главе** исследуется изготовление и эффективность радиационной защиты новых экранирующих материалов на основе красной и белой глины Вьетнама. Образцы, изготовленные при различных давлениях (от 7,61 до 114,22 МПа) из смеси глины и эпоксидной смолы в соотношении 9:1, показали улучшение защитных свойств. Увеличение давления повышало плотность образцов с красной глиной на 13%, что улучшало их защитные свойства, увеличивая линейный коэффициент ослабления и уменьшая слой

половинного ослабления на 24-27%. Эквивалентная толщина свинца уменьшилась на 19-27%. Образцы с белой глиной продемонстрировали увеличение плотности на 22,5 % и снижение пористости с 16,24 до 10,89%, что также улучшило их радиационную защиту. Результаты показали, что эти материалы могут эффективно использоваться в качестве бессвинцовых экранирующих материалов для вывода из эксплуатации атомных объектов и других радиационно-опасных работ, поглощая до 89%  $\gamma$ -фотонов при энергии 1,252 МэВ.

**В четвертой главе** изучается влияние добавления металлических отходов на радиационно-защитные свойства вьетнамского кирпича из красной и белой глины. Десять образцов, изготовленных из смеси глины, металлических отходов и 10% эпоксидной смолы при давлении 114,22 МПа, показали улучшение защитных свойств. Увеличение концентрации металлических отходов снизило пористость и увеличило плотность образцов, улучшив их способность ослаблять  $\gamma$ -излучение. Эти материалы могут использоваться как альтернативные экранирующие материалы при выводе из эксплуатации атомных объектов и других радиационно-опасных работах, поглощая до 95%  $\gamma$ -фотонов при энергии 0,662 МэВ.

**В пятой главе** описан проект строительства центра ядерной науки и технологий (ЦЯНТ) Вьетнама и участие автора в разработке методических рекомендаций по подготовке и экспертизе отчета об оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС), с анализом руководств МАГАТЭ и стран с развитой атомной энергетикой. Выделены ключевые радиологические аспекты, критерии приемлемости и процесс экспертизы, что улучшает качество отчетов об ОВОС. Важной частью подготовки квалифицированных кадров для атомной энергетики является интеграция образовательных учреждений и предприятий. Для обучения вьетнамских студентов и специалистов разработаны и изданы русско-вьетнамский учебник и словарь по ядерной энергетике, что способствует повышению уровня знаний и навыков, необходимых для работы в атомной отрасли.

**В заключении** подведены итоги выполненной диссертантом работы.

**Научная новизна** диссертационной работы Та Ван Тхыонг заключается в том, что:

1. Впервые проведены расчетно-экспериментальные исследования радиационно-защитных характеристик природных минералов Социалистической Республики Вьетнам для оценки потенциала их использования при сооружении биологической защиты объектов использования атомной энергии.
2. Проведены расчетно-экспериментальные исследования и моделирование радиационно-защитных свойств вьетнамских природных минералов с использованием расчетного кода MCNP-5, программы ХСОМ в различных диапазонах энергий  $\gamma$ -излучения.
3. Впервые проведены расчетно-экспериментальные исследования влияния давления при изготовлении новых композитных радиационно-защитных материалов (РЗМ) на основе красных и белых глинистых минералов Вьетнама на их экранирующие свойства.
4. Впервые проведены расчетно-экспериментальные исследования влияния добавок промышленных металлических отходов на радиационно-защитные свойства композитных радиационно-защитных материалов с матрицей в виде красной и белой вьетнамской глины.

**Теоретическая и практическая значимость** диссертационной работы Та Ван Тхыонг заключается в том, что:

- Результаты расчетно-экспериментальных исследований радиационно-защитных характеристик природных минералов Социалистической Республики Вьетнам будут использованы при оценке возможности их применения при сооружении биологической защиты объектов использования атомной энергии.

- Результаты расчетно-экспериментальных исследований влияния давления при изготовлении новых композитных образцов РЗМ на основе красных и белых глинистых минералов Вьетнама на их экранирующие свойства будут использованы при изготовлении кирпичей для быстровозводимой защиты.

- Результаты расчетно-экспериментальных исследований влияния добавок промышленных металлических отходов в глиняную матрицу на основе красных и белых глинистых минералов Вьетнама на радиационно-защитные свойства будут использованы при производстве РЗМ для быстровозводимой защиты.

- Результаты анализа состояния ядерной инфраструктуры Вьетнама будут использованы в качестве основы для сравнения, оценки и анализа достигнутых вех и дополнительных условий, необходимых для сооружения ОИАЭ во Вьетнаме

- Результаты разработки руководства по подготовке и экспертизе отчета об ОВОС для проекта ЦЯНТ Вьетнама будут способствовать повышению качества экспертизы и объективности оценки, а также эффективной реализации других проектов, связанных с ядерной отраслью Вьетнама в будущем.

- Разработанные «Русско-вьетнамский словарь по ядерной энергетике» и русско-вьетнамский учебник «Основы ядерной энергетике» будут использованы при реализации одного из 19 элементов ядерной инфраструктуры (людские ресурсы) путем повышения эффективности подготовки вьетнамских специалистов.

**Достоверность результатов**, полученных Та Ван Тхыонг, не вызывает сомнений. Уровень достоверности полученных результатов основывается на всестороннем анализе предыдущих исследований по теме и обеспечивается использованием признанных методов моделирования и расчета, проверенного программного обеспечения, поверенных и аттестованных контрольно-измерительных приборов России, США, Чехии, Китая, Беларуси и Нидерландов, современных средств и методов исследования. Также подтверждением служит хорошее совпадение экспериментальных результатов с результатами моделирования с использованием расчетного кода MCNP-5 и программы XCOM, а также с результатами, полученными другими авторами.

Основные результаты диссертационного исследования изложены в 22 научных публикациях. Из них девять статей опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, включая семь статей в зарубежных изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science. Кроме того, 13 публикаций представлены в сборниках тезисов и трудов международных и российских научных конференций.

По диссертационной работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. Почему для выбора образцов природных каменных материалов была выбрана именно территория Северного Вьетнама?
2. На странице 71, на рисунке 2.8 видно, что у некоторых кривых коэффициент водопоглощения ( $K$ , %) увеличивается с увеличением времени погружения, а у некоторых уменьшается. С чем могут быть связаны такие различия в поведении различных образцов?
3. На странице 78, в таблице 2.3 представлены сравнительные данные экспериментальных и моделированных значений массового коэффициента ослабления для различных образцов природных камней. Какие выводы можно сделать о точности модели MCNP-5 в сравнении с экспериментальными данными? Имеются ли экспериментальные данные для других энергий?
4. На странице 81, на рисунке 2.14 показана зависимость эквивалентной толщины свинца ( $\Delta_{eq}$ , см) от содержания железа и кальция (%) при различных энергиях. На графике видно, что у одной из кривых (0,090 МэВ) наблюдаются резкие скачки эквивалентной толщины свинца, тогда как у двух кривых (0,662 МэВ и 1,332 МэВ) значения изменяются незначительно. В чем могут заключаться причины наблюдаемых изменений?
5. На странице 91, в конце абзаца отсутствует ссылка на базу данных порошковой дифракции (PDF – powder diffraction files).
6. В тексте имеются ошибки в написании слов.

Сделанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от диссертационной работы. Диссертационная работа Та Ван Тхыонг «Расчетно-экспериментальные исследования композитных радиационно-защитных материалов с использованием природных минералов Вьетнама», представляет собой завершённую научно-квалификационную работу,

выполненную на актуальную тему, и соответствует требованиям п. 9 положения о присуждении учёных степеней в УрФУ, а ее автор Та Ван Тхьонг заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизированных систем противопожарной защиты, полковник внутренней службы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

  
\_\_\_\_\_ Кобелев Антон Михайлович

06 июня 2024 г.

620062, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, дом 22  
тел./факс: тел: (343) 360-81-46  
e-mail: [antonkobelev85@mail.ru](mailto:antonkobelev85@mail.ru)

Подпись к.т.н. А.М. Кобелева заверяю:

Ученый секретарь Уральского института  
ГПС МЧС России

кандидат педагогических наук, доцент

полковник внутренней службы

  
\_\_\_\_\_ И.Т. Контобойцева

