

Отзыв

официального оппонента кандидата технических наук Антона Михайловича Кобелева на диссертацию Махмуда Карема Абделазим Габера «Расчетно-экспериментальные исследования радиационно-защитных свойств природных минералов Республики Египет и некоторых композитных материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 – Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Диссертационная работа Махмуда Карема Абделазим Габера связана с оптимизацией состава защитных материалов, которая является важной частью системы ограничения дозы радиации для персонала, поскольку недостаточно полагаться на пределы дозы для достижения приемлемого уровня защиты.

Тема диссертационной работы, несомненно, актуальна в связи с необходимостью разработки новых эффективных нетоксичных материалов в виде бетона, кирпичей, стекол и сплавов 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, семи глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность выполненных диссидентом исследований, сформулирована цель работы, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения и результаты, выносимые на защиту. Также приведены данные по апробации диссертационной работы и публикациях по теме исследования.

Первая глава посвящена анализу литературных данных об исследованиях, проведенных к настоящему времени по тематике, связанной с расчетными и экспериментальными исследованиями композитных радиационно-защитных материалов, таких как: бетоны, стекла и сплавы. Рассмотрены бетоны с железными, цветными шлаками, с добавлением отходов горнодобывающей промышленности, армированные металлическими отходами. Исследованы боратные, силикатные, теллуриевые и фосфатные

стекла с различными добавками. Также изучены сплавы, в виде комбинаций металлов с металлами или металлов с неметаллами. Обобщены достоинства и недостатки, радиационно-защитные характеристики потенциальных добавок для повышения экранирующей способности композитных материалов. На основании этого сделано заключение о необходимости проведения дальнейшего исследования.

Во второй главе приведено описание экспериментальных установок и методов исследования. Для определения химического состава подготовленных образцов природных минералов применялся метод оптико-эмиссионного спектрометра с индуктивно связанный плазмой (ICP-OES). При помощи спектрометрических установок с использованием детекторов NaI (Йодит натрия) и HPGe (детектор из особо чистого германия) определялся линейный коэффициент ослабления исследуемых образцов. Эксперименты проводились в управлении по ядерным материалам Египта в Каире. Перед использованием, в виде наполнителя в бетон, образцы базальта были раздроблены и разделены на три группы G1, G2, G3 при помощи устройства для просеивания HAVER EML 200 digital T. Размеры зерен образцов определялись при помощи электронного сканирующего микроскопа SEM. Часть стекол для проведения расчетно-экспериментальных исследований была изготовлена в лаборатории Уральского федерального университета.

В третьей главе представлена теоретическая оценка радиационно-защитных свойств исследуемых материалов. Приведено описание программ XCOM, BXCOM, WinXCOM, Phy-x/PSD, GEANT4 и FLUKA, которые могут быть использованы для оценки свойств защиты от излучения. Кроме того, в главе описана методология моделирования с помощью расчетного кода MCNP-5, которая использовалась для оценки экранирующих характеристик новых изготовленных материалов. Показаны результаты применения трех вариантов геометрий входного файла MCNP-5: без коллиматора, в одним и двумя коллиматорами. Проведен сравнительный анализ значений линейного коэффициента ослабления с использованием трех версий геометрий в программе XCOM и MCNP-5. Результаты, полученные при использовании MCNP-5, были близки к результатам, полученным в программе X-COM с погрешностью $\pm 2\%$.

В четвертой главе изложены результаты экспериментальных и теоретических исследований изготовленных бетонов и кирпичей на основе природных материалов.

Диссертантом получены следующие результаты:

1. Оценка экранирующей способности природных пород Египта показала, что образцы породы базальт-1 и базальт-2 обладают самой высокой защитной способностью по сравнению с другими исследованными образцами. Сделан вывод о том, что данные образцы можно использовать в качестве мелких и крупных наполнителей для улучшения радиационно-защитных характеристик бетонов;

2. Исследование зависимости радиационно-защитных свойств бетона от размеров зерен наполнителя базальт-2 показало, что уменьшение среднего размера зерен до 25 мкм снижает значение слоя половинного ослабления бетона на 25%;

3. При увеличении содержания базальтового наполнителя от 0 до 100 мас.%, при энергии гамма-излучения 0,662 МэВ значение слоя половинного ослабления бетона уменьшается на 35%;

4. При увеличении давления при прессовании образцов бетона от 1,01 до 142,67 кг/см² слой половинного ослабления образцов бетона уменьшается на 65% при энергии гамма-излучения 0,779 МэВ.

5. При энергии гамма-излучения 0,015 МэВ, коэффициент ослабления некоторых кирпичей увеличивается до 45% с ростом содержания тяжелых отходов от 0 до 30 мас.%.

В пятой главе приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований для более чем 200 образцов стекол на основе оксидов бората – 91 образец, силиката – 40 образцов, теллурита – 33 образца и фосфата – 48 образцов.

Диссертантом получены следующие результаты:

1. Модификация стеклянной боратной системы на основе Bi₂O₃ путем добавления соединений La₂O₃, V₂O₃ увеличила ее радиационно-защитные свойства на 43%;

2. Теллуритовые стекла имеют более высокую плотность, чем другие стекла, поэтому они обладают хорошими защитными свойствами, но повышенной стоимостью по сравнению с другими типами стекол;

3. Наилучшая экранирующая способность и приемлемая стоимость достигнуты для образцов на основе боратных и силикатных стекол.

В шестой главе изложены результаты экспериментальных и теоретических исследований для более чем 16 различных сплавов высокой плотности. Результаты, полученные автором, заключаются в том, что при энергии гамма-излучения 1 МэВ, наибольшее значение массового коэффициента ослабления ($0,67 \text{ см}^{-1}$) достигнуто для сплава PZ1(свинец – 80%, цинк – 20%). С другой стороны, самое низкое значение массового коэффициента ослабления ($0,35 \text{ см}^{-1}$) достигнуто для сплава PZ3(свинец – 40%, цинк – 60%).

В седьмой главе представлены результаты моделирования поглощенной дозы и эквивалентной мощности дозы в ячейке, расположенной в одном метре от поверхности контейнера для радиоактивных отходов, содержащего высокоактивные радиоактивные отходы (90 мас.% Cs-137 и 10 мас.% Co-60). При использовании стенки капсулы толщиной 3 см из сплава PZ1, базальтового наполнителя (базальт-2) толщиной 17 см и внешнего бетона 15 см М-500 общая поглощенная доза ионизирующего излучения значительно снизилась (от $1,29 \cdot 10^{-18}$ до $1,29 \cdot 10^{-21}$ Гр), эквивалентная мощность дозы ионизирующего излучения уменьшилась от 2,5 до 6,63 мкЗв/ч для неэкранированных радиоактивных отходов.

В заключении подведены итоги выполненной диссертантом работы.

Научная новизна диссертационной работы Махмуда Карема Абделазим Габера заключается в том, что:

- Впервые проведены расчетно-экспериментальные исследования радиационно-защитных характеристик природных минералов Республики Египет;
- Разработаны различные варианты геометрий при создании входного файла расчетного кода MCNP-5 для моделирования радиационно-защитных характеристик исследуемых материалов и проанализировано их влияние на учет фактора накопления;
- Проведена оценка степени влияния отдельных эффектов взаимодействия излучения с исследуемыми материалами в различных диапазонах энергий гамма-излучения на их радиационно-защитные характеристики;

- Впервые проведены расчетно-экспериментальные исследования радиационно-защитных свойств глиняных кирпичей на основе диатомита с добавками промышленных отходов;
- Разработаны новые составы бессвинцовых стекол для экранирования от гамма-излучения, проведены расчетно-экспериментальные исследования их радиационно-защитных свойств.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы Махмуда Карема Абделазим Габера заключается в том, что:

- Результаты исследований радиационно-защитных характеристик природных минералов Республики Египет будут использованы при оценке потенциальной возможности их применения в составе строительных материалов для объектов атомной энергетики;
- Проведен анализ влияния размеров зерен базальта, как наиболее эффективного экранирующего наполнителя, на радиационно-защитные свойства бетонов;
- Исследовано влияние давления прессования при изготовлении бетонов с базальтовым наполнителем на его радиационно-защитные свойства;
- Результаты проведенных расчетно-экспериментальных исследований воздействия добавок, в виде тяжелых металлов, в глиняную матрицу, на основе диатомита, на радиационно-защитные свойства, могут быть применены при производстве глиняных кирпичей.
- Детально проработаны все возможные варианты входного файла расчетного кода MCNP-5 для определения радиационно-защитных характеристик исследуемых материалов;
- Исследованы более двухстах составов радиационно-защитных боратных, силикатных, теллурических и фосфатных стекол. Полученные результаты представляют собой богатую базу данных расчетно-экспериментальных исследований, которую можно в дальнейшем расширять и применять на практике;
- Проведена оценка стоимости более двухстах составов выше рассмотренных стекол, которая также представляет собой обширную

базу данных, которую можно использовать при выборе радиационной защиты.

Достоверность результатов, полученных Махмудом Каремом Абделазим Габером, не вызывает сомнений. Она обеспечена применением известных, зарекомендовавших себя методов моделирования и расчета, проверенного программного обеспечения, поверенных приборов и измерительных комплексов, хорошим согласованием полученных результатов, полученных экспериментально, с результатами моделирования, а также с результатами других исследователей.

По диссертационной работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. Каким образом исследуемые породы были раздроблены? (стр.49).
2. В главе 3 на рисунке 3.3 (3D-модель) не совсем понятно, как закреплен исследуемый образец (стр. 68).
3. На стр.78 говорится о том, что самый большой слой половинного ослабления у известняка, хотя на рисунке 4.3 материал риолит также имеет достаточно высокий показатель.
4. На стр.92 во втором абзаце указан диапазон значений плотности упаковки от 0,638 до 0,638, что является вероятно опечаткой.
5. На стр.111 приведено, что оценка коэффициентов линейного ослабления была проведена для энергий гамма-излучения 0,662; 1,173; 1,332 МэВ. Чем обусловлен выбор значений энергий?
6. На стр.123 моделирование проводилось в диапазоне энергий от 0,015 до 15 МэВ. Чем обусловлен данный выбор энергий?
7. Почему при расчете поглощенной дозы в ячейке детектора на расстоянии 1 м от поверхности контейнера использовался только заполнитель базальт-2?
8. Рисунок 2.5 необходимо дополнить подрисунковой подписью с указанием разных давлений (стр.51).
9. В тексте присутствуют орфографические ошибки.

Сделанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от диссертационной работы. Диссертационная работа Махмуд Карем Абделазим Габер «Расчетно-экспериментальные исследования радиационно-защитных свойств природных минералов Республики Египет и некоторых

композитных материалов», представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует требованиям п. 9 положения о присуждении учёных степеней в УрФУ, а ее автор Махмуд Карем Абделазим Габер 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 кафедры автоматизированных систем противопожарной защиты, ФГБОУ ВО «Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».



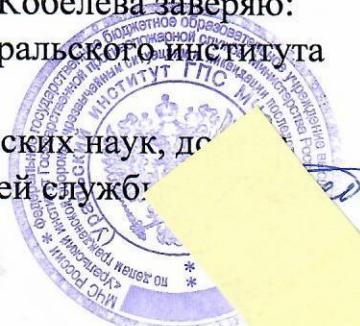
Кобелев Антон Михайлович

06 июня 2022 г.

620062, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, дом 22
тел./факс: тел: (343) 360-81-46
e-mail: 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



М. Г. Контобайцева