

Отзыв
официального оппонента, кандидата технических наук, доцента
Ташлыкова Олега Леонидовича на диссертацию
Васяновича Максима Евгеньевича «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ
РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ГАЗОВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

На отзыв представлена диссертационная работа, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списков сокращений и условных обозначений, списка литературы.

1. Актуальность темы диссертации

Эксплуатация ядерных установок сопровождается поступлением радиоактивных веществ в атмосферный воздух и воздух рабочей зоны. Радиоактивные газы и аэрозоли в воздухе могут быть источником облучения персонала и населения. Контроль радиоактивных веществ в атмосфере на предприятиях, эксплуатирующих ядерный реактор, является неотъемлемой частью программы обеспечения безопасности для персонала, населения и окружающей среды. Выполнение корректных измерений радиоактивных веществ в воздухе рабочей зоны необходимо для получения достоверной информации об облучении персонала. Мониторинг выбросов предприятий требуется для корректной оценки эффективной дозы критической группы населения и воздействия на окружающую среду. В программу радиационного контроля атмосферы должны входить измерения объемной активности дозообразующих радионуклидов, оценка распределения по размерам аэрозольных частиц и химических соединений радиоактивных веществ. Отсутствие подобной информации может приводить к завышению или занижению оценки доз облучения персонала и населения.

Расчет дозы внутреннего облучения вследствие ингаляционного поступления радиоактивных веществ в организм сопровождается существенными неопределенностями в оценке формы и параметров распределения радиоактивных аэрозолей по размеру и типу транспортабельности радиоактивного вещества. Особенностями оценки дозы внутреннего облучения при ингаляционном поступлении являются характеристики вдыхаемого воздуха: радионуклидный состав, дисперсность, фазовый состав и тип транспортабельности. Фазовый и дисперсный состав газоаэрозольной смеси радиоактивных веществ зависит от ряда факторов: источника образования, температуры, влажности окружающей среды, летучести вещества и т. д.

Исследование и анализ применяемых методов в изучении радиоактивных веществ в атмосфере на предприятиях с ядерным реактором выявило ряд недостатков, определяемых их несоответствием непрерывно ужесточающимся требованиям нормативных документов, в частности отставание сложившихся методов контроля радиоактивного йода в атмосферных выбросах ядерного реактора. Для устранения этого несоответствия требуется разработать простой и доступный метод определения различных химических соединений радиоактивного йода в атмосферных выбросах АЭС и других организаций, эксплуатирующих ядерный реактор.

Таким образом, повышение точности и достоверности результатов определения радиоактивных веществ в атмосфере с учетом их физико-химических свойств путем

БХ. №05-19/1-504
от 22.12.19г.

экспериментального определения объемной активности газовой и аэрозольной составляющих и дисперсности аэрозольных частиц для оценки степени отложения радиоактивных веществ в респираторном тракте персонала и населения является актуальной научно-технической задачей.

2. Анализ содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, библиографического списка, включающего 113 наименований, и содержит 109 страниц, 32 рисунка и 19 таблиц.

В введении обоснована актуальность работы, сформирована цель и научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследований, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен обзор существующих приборов и методов контроля радиоактивных веществ в газовоздушной среде на предприятиях, эксплуатирующих ядерные реакторы. Показано, что изменившиеся требования в нормативных документах по контролю физико-химических свойств газовоздушной среды и учет особенностей технологий, формирующих состав газовоздушной смеси, требуют повышения достоверности получаемой информации об её химическом и дисперсном составе. Сформулирована практическая направленность работы, цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе представлена информация о материалах, методах и аппаратуре для определения объемной активности радиоактивных веществ в атмосфере предприятий, эксплуатирующих ядерные реакторы. Для оценки объемной активности радиоактивных веществ и распределения частиц по размерам применялись следующие приборы:

- диффузионная батарея экранного типа, разработанная в Институте промышленной экологии УрО РАН;
- аналитические сорбционно-фильтрующие материалы (СФМ) отечественных производителей;
- многокаскадные импакторные устройства с различным количеством улавливающих элементов (АИП-2, производства НПП «Доза», импактор Южно-Уральского института биофизики и Марк-3 Гриффитского университета).

Для определения радионуклидного состава изучаемой газовоздушной смеси каждый СФМ подвергался неразрушающему анализу с использованием гамма-спектрометрической установки на основе детектора из особо чистого германия производства Canberra. Улавливающие элементы каскадных импакторов и диффузионной батареи анализировались с помощью методов альфа- и бета-радиометрии с использованием радиометров БДПА-01 и КРК-1 соответственно. Данный подход использовался с целью оперативного определения суммарного показателя скорости счета с улавливающих элементов короткоживущих дочерних продуктов распада.

В третьей главе представлено описание модернизированного подхода к определению объемной активности различных химических соединений радиоактивного йода в газо-воздушной смеси, который может применяться на предприятиях, эксплуатирующих различные типы ЯР. Изучение разделения аэрозольных и газообразных соединений йода в пакете производится с помощью аэрозольного фильтра (АФА-РМВ) и семи сорбционных фильтров с одинаковым количеством сорбента (АФА-СФМ).

В четвертой главе представлены результаты определения распределения радиоактивных аэрозолей по размерам в воздухе рабочей зоны реакторной установки ИВВ-2М.

Данные были получены при помощи диффузионной батареи каскадного типа, разработанной в радиационной лаборатории Института промышленной экологии УрО РАН.

В пятой главе представлены результаты оценки влияния ультрадисперсных аэрозолей на измерения, выполняемые при помощи каскадных импакторов. В главе показано, что присутствие аэрозолей с размером менее 10 нм приводит к ошибочному выводу о наличии в исследуемой атмосфере крупнодисперсных радиоактивных аэрозолей. Три различных импакторных устройства были испытаны в атмосфере с высокой концентрацией дочерних продуктов распада (ДПР) радона и торона.

3. Соответствие диссертации паспорту специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

Содержание диссертации соответствует следующим пунктам области исследования паспорта научной специальности 01.04.01:

П. 2. Разработка новых принципов и методов измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики и позволяющих существенно увеличить точность, чувствительность и быстродействие измерений. Разработка и создание научной аппаратуры и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики.

П. 5. Разработка и создание экспериментальных установок для проведения экспериментальных исследований в различных областях физики.

П. 8. Разработка методов математической обработки экспериментальных результатов. Моделирование физических явлений и процессов.

4. Методы исследования

Для решения поставленных задач в работе использовались методы регрессионного анализа измеренных данных с использованием аппроксимирующей модели для оценки однородности экспериментальных данных и алгоритм для нахождения оценок максимального правдоподобия параметров аэрозольных частиц разных размеров. Активность улавливающих элементов пробоотборных устройств измерялась с помощью бета-радиометрии и гамма-спектрометрического анализа.

5. Степень обоснованности положений и достоверности полученных результатов

Обоснованность научных положений и достоверности полученных результатов определяется аргументированным выбором направления работы и применением фундаментальных теоретических методов исследований в рассматриваемой области, подтверждается успешной апробацией полученных автором результатов на следующих научных конференциях: Четвертая международная конференция RAD 2016 (Ниш, Сербия 2016), XXXIII Урало-Сибирский междисциплинарный семинар (Заречный, 2016), Восьмая Международная конференция по защите от радона (Прага, 2016), Всероссийская конференция «Биосферная совместимость атомной энергетики» (Екатеринбург, 2017), XI Петряновские и II Фуксовские чтения (Москва, 2017).

6. Научная новизна исследования

В диссертации получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

- Метод контроля радиоактивного йода в газоаэрозольных выбросах ядерного реактора, базирующийся на одновременном определении доли объемной активности аэрозольной и газовой компонент различных химических соединений радиоактивного йода.
- Метод повышения точности определения эффективной дозы от ингаляционного поступления радиоактивных веществ в организм при эксплуатации ядерных реакторов, основанный на получении информации о распределении активности продуктов распада смеси инертных радиоактивных газов техногенного происхождения на ультрадисперсных аэрозольных частицах с активностным медианным термодинамическим диаметром (АМТД) в диапазоне от 0,5 до 50 нм.
- Учет влияния ультрадисперсных аэрозолей на результаты измерений распределения активности по размерам частиц, полученные с помощью метода инерционного осаждения, который основан на раздельном осаждении частиц разных размеров.

7. Теоретическая и практическая значимость исследования

Разработана и аттестована методика одновременного определения объемной активности аэрозольной и газовой компонент различных химических соединений радиоактивного йода в газоаэрозольных выбросах ядерного реактора. Методика позволяет определить вклад в суммарную объемную активность радиоактивного йода аэрозольной фракции и легкосорбируемых и трудносорбируемых газообразных соединений. Разработан и аттестован программный код, реализующий данную методику.

Результаты экспериментального определения распределения аэрозольных частиц по размерам, включая ультрадисперсную фракцию, позволяют снизить неопределенность и устраниТЬ излишний консерватизм при оценке доз облучения респираторного тракта человека на рабочих местах предприятия, эксплуатирующего ядерный реактор.

8. Отличие выполненных исследований от других работ

Разработкой метода определения химических соединений радиоактивного йода занимались с 50-х годов 20 века с появление угольных сорбционно-фильтрующих материалов в АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова». В предложенный метод имел довольно большую неточность, что требовало существенной доработки.

Подобные работы, по улавливанию радиоактивного йода из газовоздушной среды, проводились за рубежом в 1980-х годах. Используемый метод был сложным и очень дорогим, что усложняло его применения в аналитических исследованиях.

Используемые на практике методы определения размеров радиоактивных аэрозолей на рабочих местах при штатной эксплуатации предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ) позволяли анализировать лишь аэрозоли средней и крупной дисперсности. Потенциальное наличие ультрадисперсных аэрозолей не рассматривалось даже теоретически.

Диссидентом была предложена новая модель для интерпретации данных о химических соединениях радиоактивного йода, которая легла в основу простого и доступного метода контроля радиоактивного йода в газовоздушной среде.

Предложен метод контроля не только крупных радиоактивных аэрозолей, но частиц с ультрадисперсной фракцией.

9. Личный вклад автора

Основные результаты, представленные в диссертационной работе, получены лично автором работы или при его участии.

10. Публикация основных результатов работы

По материалам диссертационной работы опубликовано 12 научных работ, в том числе 7 статей в научных журналах из перечня ВАК, из них 6 статей индексированы в системе Web of Science, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, 4 статьи в трудах международных конференций и других изданиях.

11. Замечания

1. В главе 3 (п.3.2) рассматриваются вопросы по определению необходимого времени отбора проб наборами фильтров (табл. 3.1: 1, 2 , 3, 5, более 5 часов). И делается вывод о целесообразности отбора проб в течение не менее 24 часов. Возникает вопрос об обоснованности выбора данного значения (почему не 20 или 25 часов). В продолжение данного исследования рекомендуется сделать оптимизацию продолжительности времени экспозиции по какому-либо определяющему критерию.

2. Название главы 4 «Метод оценки распределения активности по размерам аэрозольных частиц в воздухе рабочей зоны предприятия ядерного топливного цикла» не соответствует содержанию. Рассматриваемое предприятие АО «ИРМ» с большой натяжкой можно отнести к предприятиям ЯТЦ. В главе подробно рассматриваются вопросы, связанные с исследованиями в зоне исследовательского ядерного реактора.

3. В главе 5 при обосновании различий в измерениях на ГКУСО «УралМонацит» указывается влияние погодных факторов на состояние атмосферы. Желательно в плане продолжения исследований по данному направлению провести измерения в различных погодных условиях, тем более, что в ближайшее время планируются работы по упаковке и вывозу монацита из хранилища, что займет достаточно продолжительное время, охватывающее все времена года и разнообразные погодные условия, и обоснованные результаты измерений будут несомненно полезны для корректного определения доз облучения работников, которые будут заняты на данных работах.

4. В тексте не всегда приводится расшифровка сокращений при первом упоминании, что затрудняет восприятие текста, а иногда вводит в заблуждение. Тем более, что некоторые сокращения используются для нескольких терминологий (например, СГО, стр.31, 32, является в данной работе аббревиатурой «стандартное геометрическое отклонение», и одновременно термину «спецгазоочистка», часто используемому в области обращения с газообразными отходами ядерных установок).

5. В табл. 3.2 неверно указан тип реактора – ВВЭР вместо ИВВ-2М

12. Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ

Диссертационная работа Васяновича М.Е. в полном объеме отвечает критериям, которые установлены Положением о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

В диссертационной работе представлены научно-обоснованные решения, внедрение которых имеет важное хозяйственное значение для развития системы радиационной безопасности персонала объектов использования атомной энергии и населения.

13. Общее заключение

Обобщая вышесказанное, считаю, что диссертационная работа «Совершенствование методов контроля радиоактивных веществ в газовоздушной среде при эксплуатации ядерных реакторов» является законченной научно-квалификационной работой, обладает актуальностью, содержит значимые для отрасли научные и практические результаты.

Диссертационная работа полностью отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а соискатель, Васянович Максим Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент,
доцент кафедры атомных станций и возобновляемых источников энергии
Уральского энергетического института УрФУ,
кандидат технических наук,
доцент

Ташлыков Олег Леонидович

«01» декабря 2019 г.

Сведения:

Полное наименование организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Юридический адрес: Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Телефон: +7(343) 375-97-37

Электронный адрес: o.l.tashlykov@urfu.ru

Подпись Ташлыкова О.Л. заверяю :

УЧЕНИЙ СЕКРЕТАРЬ
УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

