

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Карева Андрея Евгеньевича на тему:

«Аппаратурно-методический комплекс для оценки ингаляционного поступления радиоактивных газо-аэрозольных смесей»

Представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ядерный топливно-энергетический комплекс)

Оценка доз за счет ингаляционного поступления радионуклидов имеет значительные неопределенности и зависит от множества факторов, такие, как возраст, пол, радионуклидный состав, характеристики вдыхаемых аэрозолей, тип растворимости химических соединений в легких и др. Для проведения таких оценок обычно используются предположения о дисперсном и фазовом составе газо-аэрозольных смесей, которые связаны с отсутствием достоверных инструментальных методов получения характеристик ингаляционного поступления. На решение этой проблемы направлена диссертационная работа Карева Андрея Евгеньевича. Из автореферата следует, что диссертационная работа Карева А.Е. посвящена созданию оборудования и методов для оценки ингаляционного поступления радиоактивных газо-аэрозольных смесей в организм человека.

Актуальность разработки устройств для приборного контроля ингаляционного поступления радиоактивных газо-аэрозольных смесей в организм человека не вызывает сомнений. Разработанные автором устройства позволят существенно улучшить ситуацию в этой области радиационной безопасности.

Основной целью работы является разработка аппаратурно-методического комплекса для оценки ингаляционного поступления радиоактивных газо-аэрозольных смесей на основе экспериментального определения объемной активности.

Для достижения цели диссертационной работы были **полностью решены все поставленные задачи**, а именно:

1. разработан метод оценки активности аэрозольных частиц, осажденных в отделах дыхательного тракта человека, на основе экспериментальных данных, полученных с помощью импактора;

2. разработан импактор для реализации метода оценки активности аэрозольных частиц, осажденных в отделах дыхательного тракта человека;

3. разработан способ оценки ингаляционного поступления на основе анализа фазового и дисперсного состава радиоактивных и газо-аэрозольных смесей.

4. разработано устройство, состоящее из размещенных последовательно импактора и химического реактора, для оценки ингаляционного поступления радиоактивных газо-аэрозольных смесей.

Цель диссертационного исследования достигнута.

Предложенный в работе метод оценки активности аэрозольных частиц в отделах дыхательного тракта человека базируется на сопоставлении результатов отбора проб многокаскадным инерционным импактором и распределения осадения аэрозольных частиц согласно дозиметрической модели из Публикации 66 МКРЗ. Особенно ценным является то, что метод может применяться для любых типов распределений аэрозольных частиц по размерам, это подчеркивает его научную новизну и позволяет отказаться от применения стандартной гипотезы о логнормальном распределении активности по размерам частиц в пользу фактических данных для построения оценок доз облучения.

Для реализации метода оценки активности аэрозольных частиц в отделах дыхательного тракта человека была разработана специальная конструкция

многокаскадного импактора, которая является некоторым приближением, по количеству каскадов и их сепарационным характеристикам, дыхательного тракта человека. На конструкцию такого импактора получен Патент РФ.

Важным результатом, представленным в работе, является разработка автором устройства, состоящего из последовательно установленных инерционного импактора и химического реактора, использующегося для реализации способа оценки ингаляционного поступления радиоактивных газо-аэрозольных смесей в организм человека. Импактор в этом устройстве используется для разделения аэрозольной и газовой фракций одного и того же радиоактивного элемента. В химическом реакторе реализуется фазовый переход из газа в аэрозольную форму, которая может успешно осаждаться на любых коллекторных поверхностях. На конструкцию устройства получен Патент РФ.

Из автореферата следует, что конструкции устройств были рассчитаны с помощью кода вычислительной гидродинамики Star-CCM+ и апробированы при измерениях на предприятиях атомной отрасли (ФГУП «ПО «Маяк»; ХМЗ, СЗ и ЗРИ АО «СХК»). Результаты измерений позволили получить дозовые коэффициенты с учетом фактических физико-химических характеристик радиоактивных аэродисперсных систем на рабочих местах, что позволило уменьшить ошибки при оценке ожидаемых эффективных доз внутреннего облучения персонала.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- Разработан метод оценки активности аэрозольных частиц, осажденных в отделах дыхательного тракта на основе экспериментальных данных, полученных с помощью импактора.
- Разработана конструкция импактора-фантома респираторного тракта человека для реализации метода оценки активности аэрозольных частиц, осажденных в отделах дыхательного тракта. В результате численного моделирования и экспериментальных исследований получены зависимости эффективности осаждения от аэродинамического диаметра аэрозольных частиц на каскадах данного устройства.
- Разработано устройство, состоящее из размещенных последовательно импактора и химического реактора, позволяющее повысить точность оценки дозы внутреннего облучения при ингаляционном поступлении радиоактивных газо-аэрозольных смесей за счет получения экспериментальных данных о дисперсном составе, о распределении активности аэрозольных частиц по отделам дыхательного тракта, о фазовом составе (соотношение объемных активностей газ/аэрозоль) газо-аэрозольной смеси.

Практическая значимость полученных результатов закреплена в актах внедрения на предприятиях ПО «Маяк» и СХК и не вызывает сомнений.

К представленному в автореферате содержанию диссертационной работы имеется ряд **замечаний** по структуре диссертационной работы:

- В разделе объем и структура работы отсутствует заключение, кроме того, можно было бы объединить главы 2 и 4 (разработка методов и способов) и главы 3 и 5 (разработка конструкций устройств и экспериментальное подтверждение), а вопросы практического применения устройств и методов вынести в отдельную главу. Это бы сократило количество глав.
- При описании главы 3 не указаны параметры моделируемых с помощью CFD кода Star-CCM+ газовых потоков, начальные и граничные условия, модели для описания течений, а также параметры расчетных сеток. Результаты численного моделирования сильно зависят от вышеперечисленных параметров, что возможно сказывается на определении параметра D_{50} особенно для каскадов 5 и 6.

- При описании главы 4 не показана эффективность образования аэрозольных частиц и их конечные характеристики в условиях динамики несущей среды в химическом реакторе. Очевидно, что чем выше скорость прокачки, тем ниже эффективность образования аэрозольных соединений. Скорее всего, химический реактор носит индикативный характер по отношению к газовой компоненте интересующего химического вещества, а использование его как средства измерения возможно, но после дополнительных исследований.
- В описании главы 5 указывается, что выполнен расчет по обоснованию оптимального угла расширения диффузора. Однако не представлены критерии оптимальности и гидродинамические параметры течений несущей среды в химическом реакторе.
- Судя по всему, под термином ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения понимается ожидаемая за всю жизнь эффективная доза внутреннего облучения, однако из текста автореферата это не очевидно.
- Когда решается задача оценки доз на население (в отличие от персонала) обычно принимается во внимание возрастной состав. Исходя из текста автореферата не вполне понятно, как этот факт учитывается.
- Исходя из текста автореферата, не вполне понятна связь между распределениями частиц по фактическим, аэродинамическим диаметрам и распределением активности по размерам частиц. Учитывается ли то, что активность может быть распределена по объему или поверхности аэрозольной частицы?

Перечисленные замечания не снижают актуальность, научную новизну, обоснованность и практическую значимость работы, результатов и выводов. Содержание автореферата отражает выполненное исследование. Диссертационная работа Карева Андрея Евгеньевича, судя по автореферату, представляет собой законченное научно-квалификационное исследование и удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждение ему степени кандидата технических наук по специальности 05.26.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ядерный топливно-энергетический комплекс).

Н.с., и.о. заведующего отделом прикладного математического моделирования и применения специальных программно-технических средств.

к.т.н.



Киселев Алексей Аркадьевич

18.05.2018

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук,

Россия, 115191, г. Москва, Большая Тульская ул., д. 52

+7 (495) 276-20-00 доб. 456

aak@ibrae.ac.ru

Подпись А.А. Киселева заверяю.

Ученый секретарь ИБРАЕ



В.Е.Калантаров