

концентрация тяжелого металла в водоеме-охладителе превышала ПДК примерно в 11 раз, а в водохранилище примерно в 2 раза. Регрессионный анализ концентраций ионов меди в воде ЦВ и ВО показал, что связь рассматриваемых параметров мала.

Выполненный сравнительный анализ результатов контроля показателя, выполненный РоАЭС, с данными ежегодника «Экологический вестник Дона» подтвердил вывод об отсутствии влияния эксплуатации Ростовской АЭС на содержание ионов меди в воде Цимлянского водохранилища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Росрыболовства от 13 декабря 2016 г. №552 Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Электронный ресурс] / URL:<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=134827363700712154464314525&cacheid=EE22E24A14E3729E00B90E8D36D7DE49&mode=splus&base=LAW&n=211155&rnd=0.17096336633365516#003521721145827161> – (дата обращения: 25.02.2018).

Analysis of the Effect of the Rostov NPP on the Content of the Copper Ions in the Water of the Cymlyan Reservoir

I.A. Bublikova, A.A. Samokhin, V.S. Pashinsky

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

УДК: [504.5:628.4.047]:519.245

МЕТОД ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ СПЕКТРА γ -ИЗЛУЧЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ СПЕЦКОРПУСА АЭС

А.П. Елохин^{*}, А.И. Ксенофонов^{*}, Исса Алалем^{*}, С.Н. Федорченко^{}**

^{*}Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

^{**}ЗАО «СНИИП-РАДМЕД» («Закрытое акционерное общество СНИИП-РАДМЕД»)

Рассматривается возможность использования детекторов БД БДРГ- 47Р, с высоким диапазоном регистрации мощностей доз и широким диапазоном энергий γ -квантов для расчёта значения средних энергий γ -излучения радионуклидов, возникающих в помещениях спецкорпуса АЭС в случае аварийного выброса в условиях тяжелой радиационной аварии. В этих условия спектрометрическая аппаратура не может обеспечить качественные измерения. Поэтому для оценки средней энергии спектра γ -излучения целесообразно использовать лишь 4 детектора БД БДРГ- 47Р, три из которых необходимо поместить в защитные оболочки (фильтры) из вольфрама, свинца и висмута. Четвертый оставить без защиты.

Оценка средней энергии спектра γ -излучения радионуклидов основывается на идее слоя половинного ослабления материала фильтра.

Предлагаемая методика даёт возможность оценить предельно-безопасное время работы персонала в зоне радиационной аварии, минимальное число работников для проведения ремонтных работ, т.е. минимизировать последствия, которые возникают в подобных ситуациях. Результаты работы в своём дальнейшем развитии могут быть также использованы для прогностических оценок состояния активной зоны реактора при возникновении аварийных ситуаций.

Основной задачей размещенных в гермообъёме аварийных блоков детектирования является получение данных, необходимых для расчета состава и активности аварийного выброса в случае тяжелой радиационной аварии с целью подготовки рекомендаций об экстренных мерах защиты населения. Наиболее простое решение подобных задач состоит в установке детекторов ионизирующего излучения в указанных помещениях и выводе их результатов измерений на

центральный щит радиационного контроля с целью получения оперативной информации. Эти детекторы должны иметь высокую радиационную стойкость, широкий диапазон измерения мощности дозы, чтобы иметь возможность (косвенно, по изменению величины мощности дозы γ -излучения) наблюдать возникновение аварийной ситуации, её развитие и деградацию. Для целей прогнозирования развития радиационной аварии необходима информация о радионуклидном составе выброса и его полной активности.

Для оперативной оценки радионуклидного состава выброса обычно используют спектрометрическое оборудование (γ -спектрометр) вкпе с математическим обеспечением, позволяющим в режиме реального времени (on-line) получить спектральный состав γ -излучения, по которому и проводится оценка радионуклидного состава выброса и его полной активности. К сожалению, подобная аппаратура для получения качественной картины требует низкоактивных сред, обеспечивающих низкую величину мощности дозы, и низкотемпературного оборудования для охлаждения детекторов. При высоких уровнях мощности дозы спектрометрическая аппаратура даст заведомо неверную картину спектров γ -излучения или просто выйдет из строя.

Решение задачи по разработке детекторов γ -излучения, обладающих широким диапазоном измерения мощностей доз, в России осуществлено ЗАО «СНИИП-РАДМЕД», которое разработало и выпускает аварийные блоки детектирования (БД) БДРГ-47Р [1-3], предназначенные для контроля мощности дозы γ -излучения в воздушном пространстве системы локализации аварии (СЛА) энергоблока, которые не только в полной мере соответствуют международным и российским требованиям к этому типу оборудования, но и превосходят зарубежные аналоги. Следует отметить, что без знания полной активности радиоактивных продуктов выброса и хотя бы средней энергии γ -излучения всей совокупности радионуклидов невозможно получить хоть какие-нибудь прогностические оценки дозовых нагрузок на персонал в условиях радиационной аварии и, тем более, давать какие-либо оценки состояния активной зоны реактора.

Выход из положения может быть найден на основе экспресс метода оценки средней энергии спектра γ -излучения радионуклидов. Будем полагать, что радиационный контроль помещений осуществляется блоками детектирования БД БДРГ- 47Р. Разместим в одном месте контролируемого помещения 4 детектора, боковая часть которых помещается в защитную оболочку из свинца (рис. 1), а со стороны падения ионизирующего излучения устанавливаются фильтры толщиной d : на один детектор из вольфрама W, на другой из свинца Pb, на третий из висмута Bi, четвёртый детектор остаётся без фильтра. Толщину каждого из фильтров d_i ($i = 1,2,3$). P_0 , P_i – мощности дозы γ -излучения, непосредственно определяемые детектором или вычисляемые методом М-К. Регистрируя мощность дозы P_i , на каждом из детекторов при различной толщине фильтров d_i из указанных материалов в соответствии с законом ослабления излучения получаем зависимости:

$$P_i = P_0 \exp(-\mu d_i), \quad (1)$$

где $\mu = \mu(E_\gamma)$ – коэффициент линейного ослабления γ -излучения;

E_γ – энергия γ -излучения.

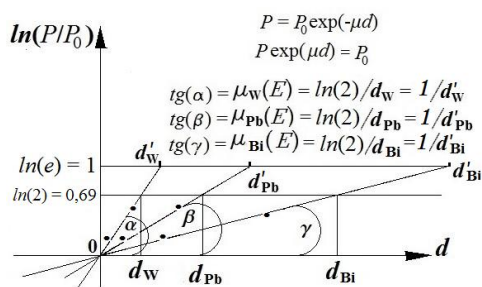


Рисунок 1 – К оценке средней энергии γ -излучения, определяемой по измерению толщины филь-ра d_i . Точки на прямых определены либо экспериментально, либо расчётным методом

Используя понятие слоя половинного ослабления ма-териала, т.е. толщины материала, при которой $P_i = P_0/2$, и, логарифмируя зависимости, определяемые формулой (1) при различных i , строим семейство прямых, приведённых на рис. 1. Заметим, что при $d_i = 0$ прямые всегда будут проходить через точку начала координат, поскольку в этом случае $P_i = P_0 \rightarrow P_i/P_0 = 1$, а $\ln(P_i/P_0) = 0$. Поэтому для построения семейства прямых достаточно всего лишь 1-2 точки, определяемых при различной толщине материала фильтра. При $d_i = 1/\mu_i$, для каждого из материалов все прямые пересекут константу $\ln(P_i/P_0) = \ln(e) = 1$, причём tg угла наклона каждой из прямых будет

непосредственно равен коэффициенту линейного ослабления материала фильтра, как это показано на рисунке 1. При $\ln(P_i/P_0) = \ln 2 \operatorname{tg}$ угла наклона каждой из прямых равен $\ln 2/d_i$. Зная зависимости $\mu(E_\gamma)$ для каждого из материалов фильтра, определяемой таблицами [4], находят значение эффективной энергии γ -излучения, сравнивая найденное значение коэффициента линейного ослабления для соответствующего материала фильтра с энергетической зависимостью $\mu(E_\gamma)$, представленной таблицей. Табличное значение $\mu(E_\gamma)$, которое будет наиболее близким к найденному из графика или полученное путём линейной интерполяции, и определит искомую эффективную энергию γ -излучения, прошедшего через соответствующий фильтр. Аналогично находим значение спектра γ -излучения средней эффективной энергии $\varphi(E_i)$. Найденные значения φ_i , в конечном итоге, позволят найти среднюю энергию спектра радиоактивной примеси, выброшенной в помещение АЭС, при радиационной аварии по формуле:

$$\bar{E} = \sum_{i=1}^3 \varphi_i E_i / \sum_{i=1}^3 \varphi_i . \quad (2)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федорченко, С.Н. «Блок детектирования мощности дозы фотонного излучения для работы в условиях запроектной аварии на атомных станциях». «Блок детектирования для контроля мощности дозы фотонного излучения при авариях на АЭС». [Текст] / С.Н. Федорченко, С.В. Волков, А.С. Книжник // Сб. документов конференции г. Пенза 11-13 сентября 2002 г. изд-во ФГУП «НИИ физических измерений» 2002 г. Приборы и системы управления. Контроль. Диагностика. – №12. – 2002.
2. Бусаров, А.П. «Аппаратура для измерения мощности дозы фотонного излучения в воздухе гермообъема реактора типа ВВР-1000 при авариях и в послеварийный период». [Текст] / А.П. Бусаров, Г.П. Кириченко, С.И. Маслов, А.А. Сорока, С.П. Киянов, С.Н. Федорченко. // Сб. документов конференции «Аппаратура обеспечения ядерной и радиационной безопасности объектов Росатома». СНИИП 12-19 апреля 2007.
3. Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. [Текст] / В.П. Машкович, А.В. Кудрявцева. – Москва : Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.

Method for Express Estimation of the Average Energy of the γ -Radiation Spectrum of Radionuclides in Conditions of Radiation Accidents in Rooms Special Corps of NPP

A.P. Elokhin *, A.I. Ksenofontov *, Issa Alalem *, S.N. Fedorchenko **

*Natioanl research nuclear university «MEPhI», Moscow

**JSC SNIIP-RADMED (Closed Joint-Stock Company SNIIP-RADMED)

УДК: [504.5:628.4.047]:519.245

ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК γ -ИЗЛУЧЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ОБЛАКА ПРИ ВЫБРОСАХ АЭС

А.И. Ксенофонов, А.П. Елохин, Е.А. Алалем

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Рассматривается применение интегрального и метода Монте-Карло в задачах радиационного мониторинга окружающей среды. В качестве таковых рассматриваются задачи оценки мощности дозы внешнего облучения, создаваемой инертными радиоактивными газами при их выбросе через венттрубу АЭС в условиях планового профилактического ремонта и радиационной аварии; оценка полной объёмной активности ИРГ в выбросе и другие характеристики, связанные с использованием γ -детекторов