

Измерение радиоактивности отложений в контуре АЭС ВК-50 беспробоотборным методом

Кизин В. Д., Поляков В. И., Чечеткин Ю. В.

УДК 621.039.524.4—97:621.039.553

Вопросы массопереноса радиоактивных изотопов по контуру реакторных установок представляют практический интерес с точки зрения радиационной безопасности эксплуатации АЭС. Экспериментальные исследования активности в отложениях по коммуникации и оборудованию для проверки различных моделей и методов расчета ограничиваются трудностью отбора проб отложений. Проведенные ранее исследования [1], основанные на результатах измерений мазков, скребков и вырезок с демонтированного или вскрытого оборудования, не могли дать полного представления распределения радиоактивности по всему контуру установки.

Для измерения удельной радиоактивности в отложениях на трубопроводах по контуру (размеры трубопроводов $\varnothing 194 \times 15$; $\varnothing 219 \times 12$; $\varnothing 426 \times 13$ мм и др.) нами использовались сцинтилляционные γ -спектрометры в разборной свинцовой защите с коллиматорами длиной 15 и 25 см и диаметром 10 и 20 мм. Спектрометрические датчики в защите располагались вплотную к трубопроводу или на расстоянии от них до 5 м, амплитудный анализатор импульсов — на расстоянии до 70 м от датчика. Абсолютную величину радиоактивности на единице поверхности трубопроводов и оборудования определяли по приближенным соотношениям работы [2].

Сопоставление методов исследования проводили на трубопроводе дренажной системы сепаратора высокого давления. Для этого после беспробоотборного анализа активности отложений вырезали участки из трубопровода и отбирали пробы мазков. Результаты измерения радиоактивности вырезок хорошо согласуются с беспробоотборными измерениями в этих же точках (наибольшее расхождение составляло 23%). В то же время при анализе мазков с трубы получены заниженные результаты. Коэффициент снятия мазков в этих экспериментах составлял 0,5—0,96. Было замечено, что на небольшом отрезке трубы длиной около 1 м удельная активность в отложениях изменяется в 26 раз по изотопу ^{65}Zn и в 16 раз по изотопам ^{60}Co и ^{59}Fe . Следовательно, при анализе по стандартной методике измерений в подобных случаях с отбором проб мазком в одной точке и отнесением полученного результата на большой участок трубопровода результаты могут быть завышенными или заниженными.

Проведенные измерения показали, что величина удельной радиоактивности изотопов в поверхностных отложениях на различных участках контура отличается в 10^2 — 10^4 раз. Определяющей на всех участках контура является радиоактивность изотопа ^{65}Zn . Величины его удельной активности в отложениях на паропроводе перед сепараторами высокого и низкого давления,

турбиной и насосом питательного тракта равны соответственно $1,8 \cdot 10^{-2}$; $2,3 \cdot 10^{-3}$; $1,4 \cdot 10^{-4}$; $0,6 \cdot 10^{-4}$ кюри/м². Радиоактивность в отложениях ^{59}Fe , ^{60}Co и ^{54}Mn в 3—50 раз меньше, а изотопов осколочного происхождения в 10^2 — 10^3 раз меньше по сравнению с радиоактивностью ^{65}Zn .

Результаты беспробоотборного анализа дополняют общую картину распределения радиоактивности в отложениях [1]. Их можно использовать для проверки различных методик расчета, кроме того, они позволяют оценивать общее количество радиоактивности в отложениях на поверхностях технологического контура АЭС. Так, несмотря на небольшую долю поверхности (~5% поверхности контура), на АЭС ВК-50 более 90% всей радиоактивности сосредоточено на участке от реактора до дроссельного клапана (включая сепаратор высокого давления): ~6,6 кюри ^{65}Zn ; 0,22 кюри ^{59}Fe , ^{60}Co и ^{54}Mn ; 0,07 кюри ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{140}Ba .

В конденсаторе турбины (~66% поверхности контура) сосредоточено 0,33 кюри ^{65}Zn , 0,06 кюри других коррозионных элементов и менее 0,01 кюри продуктов деления. Доля радиоактивности в отложениях на всех остальных участках контура, за исключением самого реактора, составляет ~3%.

Таким образом, при исследовании распределения, переноса и накопления радиоактивности в контурах реакторных установок метод беспробоотборного γ -спектрометрического анализа может служить важным дополнительным инструментом, позволяющим во многих случаях повысить точность, представительность и оперативность анализа. С помощью этого метода можно с достаточной для практики точностью оценивать величину радиоактивности в отложениях на различных участках контура, изучать поведение радиоизотопов при изменяющихся технологических режимах, определять радиоактивность короткоживущих изотопов.

Недостаток метода — трудность в расшифровке сложных γ -спектров (например, невозможность раздельного определения активности ^{60}Co и ^{59}Fe). Однако этот недостаток можно устранить, если использовать при беспробоотборных измерениях Ge(Li)-детектор в защите с коллиматором.

Поступило в Редакцию 3/1 1973 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рождественская Л. Н. и др. «Атомная энергия», 1971, т. 30, с. 122.
2. Поляков В. И., Чечеткин Ю. В. «Атомная энергия», 1974, т. 31, с. 139.