

Ионно-плазменная технология дезактивации внутриконтурного оборудования ЯЭУ

Thursday 3 July 2025 14:40 (20 minutes)

Вывод из эксплуатации ядерных энергетических установок и дезактивация внутриконтурного оборудования реакторов остается одной из центральных задач ядерной энергетики. Применяемые в настоящее время радиохимические технологии дезактивации приводят к формированию больших объемов ЖРО, что влечет за собой дальнейшую проблему по их переработке. Недостатками радиохимических методов является необходимость эмпирического подбора типа раствора, режима дезактивации в зависимости от характера радиоактивного отложения и возникающая при этом коррозия конструкций. Как правило, внутриконтурное оборудование, изготовленное из реакторной нержавеющей стали, накапливает поверхностные отложения в форме шпинелей $Ni_nCr_mFe_{(3-n-m)}O_4$, где $n=0\div 2$, $m=(2-n)$, $Ni_nFe_{(3-n)}O_4$ (где $n=0\div 2$) или смешанных ферритов кобальта и никеля $(CoO)_x(NiO)_y(FeO)(1-x-y)Fe_2O_3$, где $1>y>x$ [1], что и обуславливает сложность в выборе типа раствора для дезактивации. Также в состав поверхностных отложений могут входить продукты топливной композиции урана и плутония. Таким образом, остается актуальной проблема поиска эффективной технологии дезактивации реакторного оборудования.

Для ее решения нами разрабатывается ионно-плазменная технология дезактивации, основанная на применении укороченного разряда для удаления радиоактивных отложений с дезактивируемой поверхности посредством ионного и термического распыления в среде аргона с последующим осаждением распыленного слоя на танталовом электроде в виде твердого осадка без формирования вторичных ЖРО. Укороченный разряд зажигался между дезактивируемой поверхностью (катод) и танталовым электродом (анод), на который производилось осаждение распыленного слоя. В эксперименте получены рабочие параметры технологии: давление аргона 0,5 - 1 атм., напряжение (150 –300) В, плотность тока (0,1 –1) А/см², длина разрядного промежутка 0,2 - 1 мм. В качестве экспериментальных дезактивируемых образцов использовались пластины из нержавеющей реакторной стали с искусственно созданными на поверхности отложениями в форме шпинелей. Осаждение слоя распыленных атомов Fe из состава шпинелей подтверждалось спектром элементного состава танталового электрода, полученным на сканирующем электронном микроскопе Merlin Zeiss с X-ray микроанализом и EDS-детектором Oxford X-Max 80. Содержание атомов Fe и Cr на поверхности танталового электрода составляло до 40% всех атомов. Ранее достигнутые результаты исследований ионно-плазменной технологии применительно к дезактивации реакторного графита были доложены по приглашению секретариата МАТЭ на техническом совещании «Technical Meeting on Processing Technologies for Irradiated Graphite Waste», Вена, Австрия, 5-9 Августа 2024 года. Технология также запатентована совместно с ГК «Росатом» и АО «Концерн Росэнергоатом» [2].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-00321, <https://rscf.ru/project/24-29-00321/>

1. С.Н. Орлов, А.А. Змитродан, В.В. Кривококов, Теплоэнергетика, 5, 32 (2021).

2. А.С. Петровская, А.Б. Цыганов, М.Р. Стахив, Патент РФ №2711292, заявка EP 19888171.6, US 20210272715, SA3105179A1, КНР CN112655056A (2020).

Primary authors: Dr ЦЫГАНОВ, Александр (ООО "ИнноПлазмаТех"); Dr ПЕТРОВСКАЯ, Анна (ООО "ИнноПлазмаТех")

Presenter: Dr ПЕТРОВСКАЯ, Анна (ООО "ИнноПлазмаТех")

Session Classification: 3. Modern methods and technologies of nuclear physics

Track Classification: Section 3. Modern methods and technologies of nuclear physics.