

М.Д. ЧЕБАН¹, С.А. ФИЛАТОВА¹, Д.Н. МАМОНОВ², К.А. ЩЕРБАКОВ², П.В. ПАРАБИН³

¹Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

³Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара, Москва, Россия

ЛАЗЕРНАЯ ДЕЗАКТИВАЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований по лазерной очистке нержавеющей стали марки 08X18H10T с сформированным имитирующим уран-плутониевое загрязнение основе оксида церия IV (CeO_2) природного изотопного состава. Также приведены результаты исследования по лазерной дезактивации радиоактивных загрязнений на поверхности нержавеющей стали, содержащих соли урана (U) и плутония (Pu). Эксперименты проводились под слоем водного раствора поливинилового спирта (ПВС), который надежно фиксировал удаленные загрязнения. К тому же, после полимеризации, ПВС легко снимался с поверхности образца в виде цельной пленки.

M.D. CHEBAN¹, S.A. FILATOVA¹, D.N. MAMONOV², K.A. SHCHERBAKOV², P.V. PARABIN³

¹Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

³Advanced Research Institute of Inorganic Materials named after Academician A. A. Bochvar, Moscow, Russia

LASER DEACTIVATION IN A POLYMERIZING ENVIRONMENT

This paper presents the results of experimental studies on laser cleaning of AISI 304 stainless steel with simulated non-radioactive contamination based on cerium oxide IV (CeO_2). It also includes the results of laser decontamination of radioactive contaminants on stainless steel surfaces containing uranium (U) and plutonium (Pu) salts. The experiments were conducted under a layer of an aqueous solution of polyvinyl alcohol (PVA), which reliably fixed the removed contaminants. Furthermore, after polymerization, the PVA was easily removed from the sample surface as a solid film without damaging the material.

Дезактивация поверхностей конструкций и оборудования, накопивших радионуклиды урана и плутония в процессе эксплуатации, является важной операцией, проводимой как на действующих объектах атомной отрасли, так и при выводе их из эксплуатации. Так как известно, что основной объём радиоактивных загрязнений концентрируется в поверхностных слоях материала в виде отложений или интегрированы в оксидной пленке. Лазерные методы очистки демонстрируют высокую эффективность в удалении этих слоев вместе с загрязнениями, обеспечивая точность позиционирования и минимальный объем вторичных отходов.

В настоящей работе в качестве источника лазерного излучения использовался импульсный YAG:Nd-лазер с длиной волны излучения 1064 нм, длительностью импульса 8 нс, частотой повторения 100 Гц и энергией в импульсе 12 мДж. Лазерное излучение доставлялось по свободному оптическому тракту к гальванометрическому сканатору, где далее производилось сканирование загрязненной поверхности с предварительно нанесенным слоем жидкого раствора поливинилового спирта. Для очистки применялись три режима сканирования, различающиеся по степени перекрытия соседних участков облучения, соответствующих пятну лазерного пучка на поверхности. Затем образцы сушили при комнатной температуре в течение не менее 12 часов. После высыхания и полимеризации пленка ПВС была равномерной по толщине, легко удалялась с поверхности без повреждений.

Предварительные эксперименты проводились на образцах с покрытием, моделирующим радиоактивные загрязнения [1]. В качестве имитатора использовался диоксид церия (CeO_2) естественного изотопного состава, обладающий теплофизическими свойствами, близкими к диоксидам урана (UO_2) и плутония (PuO_2). Лазерная очистка в один проход во всех режимах перекрытия позволила удалить более 90% загрязнений с поверхности модельных образцов. При работе с реальными загрязнениями во всех режимах перекрытия лазерного пучка наилучшие и достаточные результаты снижения остаточного фона альфа- и бета-частиц были достигнуты уже после одного прохода (Рис. 1).

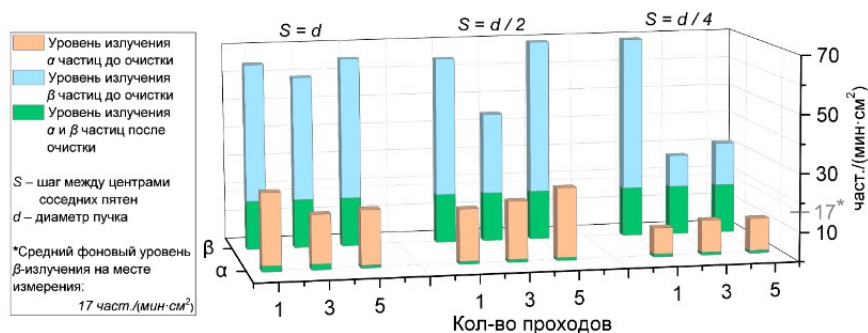


Рис. 1. Плотность потока α -частиц и β -частиц до и после лазерной дезактивации в ПВС

Список литературы

1. M. Cheban, S. Filatova, Y. Kravchenko, K. Scherbakov, D. Mamonov, S. Klimentov, M. Savinov, M. Chichkov, Laser surface cleaning of simulated radioactive contaminants in various technological environments, Nuclear Engineering and Technology, Vol. 56, Issue 7, 2024, P. 2775-2780.