

РАЗРУШЕНИЕ РАДИОАКТИВНОЙ ОКСИДНОЙ ПЛЕНКИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ЛАЗЕРНОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ

А. М. Паршин, Ю. П. Добренякин, Г. Д. Никишин
Санкт-Петербургский государственный технический университет

Многие вопросы нейтронного облучения сталей и сплавов, сопротивляемости материалов межкристаллитной коррозии и коррозионно растрескиванию были решены еще на заре создания транспортных и стационарных атомных энергетических установок. Как здесь не отметить разрушение аустенитной трубки Ø15x1,5 мм датчика давления АПЛ «К19». Оно происходило с внешней, казалось бы, «не рабочей» поверхности в результате протекания процесса коррозионного растрескивания. Этот случай, как затем нами и было показано, был специфичен только для данного объекта, т.е. другие атомные установки можно было спокойно эксплуатировать. Но этот вопрос сейчас поставлен в другом аспекте. А дело в том, что трубка с весьма высокой активностью после электролитического травления в царской водке (реактив был нами ранее специально разработан) стала неактивной и позволяла производить требуемые эксперименты. В трубке не была наведена активность, а часть топлива то ли проникла через несплошности оболочек твэлов, то ли технологические несовершенства конструкции (сварка на подкладных кольцах и др.) задерживали элементы топлива.

Смыв наносной радиоактивности практиковался нами и ранее.

В некоторых деталях атомных установок на быстрых нейтронах хрупкость не ликвидировалась даже после нагревов до 1100–1250 °С [1]. Это нами связывалось с трансмутантным гелием, возникшим при ядерных (n, α)-реакциях.

Авторы считают [1] деформацию важнейшим условием образования гелиевых пузырей на границах зерен. Дислокации, перемещаясь в теле зерен при деформировании, захватывают атомы гелия и транспортируют их к границам зерен. Из-за термоак-

тивируемости процесса его эффективность должна быть функцией температуры и длительности испытаний.

Процесс гелиевого охрупчивания усиливается не только с дозой облучения, но и с особенностями расположения вторичных фаз. При определенных условиях длительная пластичность не может быть возрождена, и проявится эффект, называемый нами «вечной памятью радиации» [1].

Поднятые вопросы неизбежно становились более актуальными с увеличением числа атомных подводных лодок, поэтому одной из важнейших проблем вывода из эксплуатации судовых ядерных энергетических установок (ЯЭУ) является проблема многократного уменьшения или снятия полностью радиационно-экологической опасности в местах ликвидации радиационно-опасных объектов и временного хранения поверхностно-загрязненных деталей и изделий и возврата ценного металла в промышленность после его дезактивации до допустимых значений.

В настоящее время сотни тысяч тонн выработавшего свой ресурс оборудования, загрязненного радионуклидами коррозионного происхождения, хранятся на открытых площадках и представляют собой источник серьезной радиационно-экологической опасности. Значительная часть этого оборудования (трубопроводы, корпуса ГЦН, задвижки, насосы ЦНПК, фильтры активности, компенсаторы объема, холодильники фильтров, парогенераторы, сепараторы, емкости для отходов и трапных вод) изготовлена из дорогостоящих коррозионностойких сталей, титановых сплавов и других ценных материалов.

Около 95 % активности приходится на рыхлую пленку толщиной 10–15 мкм. Поэтому для дезактивации оборудования до «чистого металла» необходимо удалить этот слой и нижележащий металл толщиной до

20 мкм. Удаление такого слоя обеспечит снижение радиоактивного загрязнения до фоновых значений и повторное использование металла в качестве вторичного сырья.

Наиболее распространенные современные методы дезактивации – химический и электрохимический, за редким исключением, не обеспечивают требуемую степень дезактивации и образуют большие количества радиоактивных отходов, требующих дальнейшей переработки.

Вместо реагентной (химической и электрохимической) дезактивации поверхностно-загрязненных деталей и изделий предлагается разработать и внедрить в практику метод лазерной дезактивации.

Опытные исследования по лазерной дезактивации, выполненные ЦНИИ КМ «Прометей», НИКИЭТ совместно с НПО «Астрофизика» дали обнадеживающие результаты. Исследования в Аргонской национальной лаборатории также показали перспективность этого направления для промышленного применения.

Преимущества предлагаемой технологии, основанной на разрушении радиоактивной оксидной пленки под воздействием лазерного излучения и удалении продуктов разрушения с обрабатываемой поверхности, заключается, во-1-х, в минимальных объемах твердых радиоактивных отходов очистки (например, с 1 м² может удаляться до 400 г материалов), а во-2-х, в возможности дистанционной дезактивации радиоактивных поверхностей и полостей сложной формы.

Планы работы позволят:

детально разработать и экспериментально обосновать новую перспективную тех-

нологию дезактивации, базирующуюся на нетрадиционном методе – лазерной технологии, воплощенной в лазерном опытно-промышленном комплексе;

минимизировать объем радиоактивных отходов при очистке оборудования, получаемых в твердой форме в виде частиц металла;

возвратить дезактивированный металл для повторного неограниченного использования в любую отрасль промышленности, при этом затраты могут окупиться в течение нескольких лет при соответствующей масштабности работ;

удешевить процесс дезактивации за счет малых эксплуатационных затрат и отсутствия химрастворов, жидких радиоактивных отходов и необходимости строить для них дополнительные хранилища;

повысить радиационную безопасность при проведении ремонтных, регламентных работ и при снятии с эксплуатации оборудования ЯЭУ за счет многофункциональности комплекса, автоматизации контроля за проведением работ и радиационной обстановкой в технологическом процессе, а также за счет создания систем удаления радиоактивности с обрабатываемой поверхности, ее сбора и дистанционной обработки.

Кроме того, предлагаемая лазерная технология предусматривает возможность резки и сварки материалов, дистанционного управления этими процессами, а также обеспечивает компактность установки и экономичность ее эксплуатации.

Библиографический список

1. Паршин А.М. Структура, прочность и радиационная повреждаемость коррозионностойких сталей и сплавов. – Челябинск: Металлургия, 1988. – 656 с.

УДК 532.77

ИНКУБАЦИОННЫЙ ПЕРИОД РАСПАДА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ И СВОЙСТВА СПЛАВОВ

А. М. Паршин, Н. В. Виноградова, И. В. Теплухина

Санкт-Петербургский государственный технический университет

Основными конструкционными материалами в машиностроении являются ста-

ли и сплавы. Развитие техники требует разработки металлических материалов, способ-