

Однако, литий выпадает из этой закономерности. Во втором периоде также наблюдается координация между энергией связи и ионного радиуса. Энергия, необходимая для преодоления ионом барьера в элементарной ячейке иллита связана с ионным радиусом. В докладе приводится анализ процессов, приводящих к уменьшению коэффициента диффузии катионов радионуклидов через иллит.

Исследования выполнялись в рамках гранта РФФИ 16-08-0024616.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Matusiewicz, M., Olin, M. Comparison of microstructural features of three compacted and water-saturated swelling clays: MX-80 bentonite and Na- and Ca-purified bentonite // Clay Minerals, 54(1), 75-81, 2019.
2. Leng Ya., Henderson M.J., Courtois J. at all. Sorption of plutonium on geological materials associated with a Chinese radioactive waste repository: influence of pH // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2016. – V. 308. – P. 895–903.

ЛАЗЕРНАЯ ДЕЗАКТИВАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТВЭЛОВ

В.А. Хан¹, В.Ф. Мышкин¹, Д.М. Хорохорин^{1,2}, М.С. Кузнецов¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

² Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат»,
Россия, г. Железногорск, ул. Ленина, 53, 662972

E-mail: dmh1@tpu.ru

В настоящее время перспективны ядерные реакторы 4-го поколения, такие как быстрые натриевые, использующие мокс-топливо. Производство мокс-топлива имеет множество технологических особенностей и контрольных операций, не характерных для технологии топлива на основе UO_2 .

Мокс-топливо содержит плутоний, который в ~ 180000 раз активнее природного урана, претерпевающий в основном α -распад. Поэтому попадание мельчайших частиц топлива на внешнюю поверхность трубки твэла, вносит большое α -загрязнение. Поэтому при производстве твэлов с мокс-топливом требуется контроль поверхностного загрязнения α -активными радионуклидами.

При загрузке трубки топливным столбом микрочастицы топлива могут попасть на торец трубки. При последующей приварке заглушки возможно попадание микрочастиц в сварной шов заглушки. Загрязнение твэла представляет из себя микрочастицы мокс-топлива находящиеся на поверхности трубки, а также включенные в объем сварочного шва заглушки твэла.

Известна технология дезактивации трубки твэла, включающая протирку поверхности твэла через тканевые чистящие элементы картриджа [патент РФ№2605540]. Однако, метод не обеспечивает удаление радиоактивных пылинок, частично утопленных в объем сварного шва заглушки твэла.

Для дезактивации сварного шва предлагается использовать лазерное испарение поверхности оболочки твэла. Задача исследования – оптимизация параметров лазерных импульсов, позволяющих максимально уменьшить активность сварного шва трубки твэла при минимальном увеличении шероховатости поверхности трубки.

Стальные сплавы и оксиды урана, плутония отличаются теплоемкостью, температурами плавления и кипения. Селективному испарению микрочастиц оксидов способствует их меньшая теплопроводность и высокий коэффициент поглощения лазерного излучения на рабочей длине волны. Металлы и оксиды металлов нагреваются с разной скоростью из-за того, что имеют разные показатели преломления и

теплопроводность. Это позволяет селективно испарять внедренные в металл микрочастицы оксидов, находящихся в поверхностных слоях сварного шва.

Для экспериментальных исследований использованы импульсный лазер на стекле с неодимом, линза, позиционирующее устройство с закрепленной пластиной, имитирующей сварной шов твэла.

В докладе обсуждаются экспериментальные результаты и модель процессов, протекающих на поверхности сварного шва, в объеме которого содержатся полупроводниковые микрочастицы, при облучении импульсным лазерным излучением. Контроль остаточной активности поверхности проводили с помощью гамма-спектрометра. Кратеры, образующиеся на поверхности металла при облучении фокусированным лазерным излучением, рассматривали с различным увеличением с помощью сканирующего электронного микроскопа. Глубину кратера на поверхности трубки твэла оценивали с помощью оптического профилометра.

Исследования выполнялись в рамках гранта РФФИ 16-08-0024616.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЙ, НАПЕЧАТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

В.Ф. Мышкин, К.Т. Шикерун

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: shikerunk@gmail.com

Атомная энергетика является динамически развивающейся отраслью – повышается эффективность ядерных технологий, разрабатываются безотходные технологии. Это стимулирует развитие новых направлений, например, аддитивных технологий, связанных с лазерным плавлением порошка.

При использовании технологии селективного лазерного плавления, в микроструктуре металлических заготовок возникают дефекты. Наличие дефектов негативно сказывается на механических свойствах изделий. Дефекты представляют из себя следующие включения.

1. Газовые поры, возникающие при неполном выходе газа из расплава. Это поры сферической формы, которые остаются и после того, как металл затвердеет.
2. Поры, которые возникли в результате неполного проплавления слоя порошка. Это по большей части плоские пустоты в местах, где, в результате плавления, не произошло слияния частиц порошка с предыдущим слоем. Располагаются такие поры перпендикулярно направлению роста заготовки.

Количество пор в объеме заготовки характеризуется понятием пористости. Высокий показатель пористости существенно ухудшает такие характеристики, как: прочность, упругость, вязкопластичность. Поэтому поры ограничивает функциональное применение изделий, изготовленных при помощи метода селективного лазерного плавления.

В работе приводятся результаты исследований зависимости механических свойств от ориентации заготовок относительно рабочей платформы экспериментальной установки. Анализ микрошлифов из Ti-6Al-4V [1] показывает, что при выращивании образца прямоугольной формы, направление зеренной структуры совпадает с направлением выращивания. В случае с изготовлением тонких элементов, за счет их меньшего сечения, протекают иные тепловые процессы, что влияет на формирование микроструктуры. Направление роста и форма зерен в таком случае зависит от угла наклона элемента конструкции относительно лазерного луча.

Таким образом, микроструктура изделия зависит от технологии воздействия на слой порошка с