

Лазерное диспергирование оксидных фаз на поверхности циркония

Башкова Ирина Олеговна

Князев Игорь Анатольевич

Удмуртский государственный университет

Харанжевский Евгений Викторович, д.т.н.

baschkova_irina@mail.ru

Цирконий является металлом, который активно используется в атомной энергетике и медицине. Низкое сечение захвата тепловых нейтронов и повышенная коррозионная стойкость исходного металла позволяют использовать цирконий в качестве конструкционного материала оболочек ТВЭЛов, труб охлаждения и т.п. Из литературы известно, что коррозионная стойкость циркония обусловлена самопроизвольным созданием на его поверхности пленки из диоксида циркония [1]. Однако данная пленка имеет дефекты в строении, поэтому есть основания полагать, что меры по совершенствованию приведут к заметному улучшению ее качеств.

Известно, что оксиды циркония, которые подвергнуты легированию оксидами других металлов, могут улучшать функциональные свойства: твердость, износостойкость и др. [2]. В данной работе в качестве метода поверхностного легирования элементами использовалось высокоскоростное лазерное диспергирование оксидных систем в поверхность циркония [3]. Исследовались порошки оксида магния и диоксида титана. Для лазерного диспергирования оксидных систем использовали импульсный иттербиевый оптоволоконный лазер.

В работе осуществлялось лазерное высокоскоростное диспергирование порошков оксида магния и диоксида титана (марки ХЧ), предварительно нанесенных на поверхность образцов из сплава Э110 (1% (мас.) Nb) с размерами $10 \times 10 \times 1$ мм. Для нанесения на подложку порошок оксида магния или диоксида титана смешивался с гептаном до образования однородной суспензии при объемном соотношении компонентов 1:1. Толщина порошкового слоя после полного испарения гептана составляла $h=50$ мкм. После лазерного диспергирования оксида в инертной среде, образцы подвергались лазерной обработке на воздухе. Заключительным этапом в изготовлении образцов являлся отжиг в печи при температуре 900°C и времени отжига 10 минут.

Основное внимание было уделено исследованию влияния структурно-фазового состава поверхности сплава, сформированной исследуемым методом, на антикоррозионные свойства поверхностного слоя. Исследование структуры проводилось методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, просвечивающей и растровой электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа. Для анализа коррозионной стойкости были проведены электрохимические испытания в растворе Рингера.

В ходе исследований было выявлено, что влияние легирования порошка MgO и порошка TiO₂ различно. При легировании поверхности циркония диоксидом титана образуется моноклинный диоксид циркония и смешанный оксид (Ti,Zr)O₂. На данных образцах после лазерного диспергирования диоксида титана в инертной среде из-за отсутствия кислорода образуется сплошное покрытие. При последующей лазерной обработке в атмосфере воздуха количество моноклинной фазы диоксида циркония растет, поверхность становится рыхлой, образуются трещины. После отжига в печи трещины частично заполняются, на поверхности сохраняются дефекты. При легировании поверхности циркония оксидом магния после всех трех обработок на поверхности циркония образуется плотная диэлектрическая бездефектная пленка. В данном случае оксид магния уменьшает рост моноклинной фазы, стабилизируя тетрагональный диоксид циркония. Также результаты экспериментов показали, что метод лазерного диспергирования оксидных фаз положительно влияет на снижение скорости коррозии. После каждой обработки в обоих случаях коррозионная стойкость увеличивается. Было выявлено, что лучшими антикоррозионными свойствами обладают образцы, с сформированной, после трех видов обработок, диалектической пленкой при легировании оксидом магния.

Список публикаций:

[1] Тодт Ф. Коррозия и защита от коррозии. Коррозия металлов и сплавов. Методы защиты от коррозии // Изд-во: Химия. 1966, с. 444-454.

[2] Оковитый В.В. // Наука и техника, 2015, №5, с. 26-32.

[3] Харанжевский Е.В., Башкова И.О., // Вестник Удмуртского университета. Физика и химия. 2014. № 4. С.23-29.