Коррозия соединений малоактивируемой стали с вольфрамовой облицовкой в среде жидкого лития [[1]](#footnote-1)\*)

Попов Н.С., Бачурина Д.М., Богданов Р.И., Сучков А.Н.

Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ», Москва, Россия, [NSPopov@mephi.ru](mailto:NSPopov@mephi.ru)

Рост мощности исследовательских установок управляемого термоядерного синтеза, а также проекты таких термоядерных реакторов как ИТЭР и ДЕМО, предъявляют повышенные требования к обращённым к плазме материалам (ОПМ). Существующее водяное охлаждение не способно отводить потоки тепла, достигающие 20 МВт/м2 на наиболее нагруженном узле – диверторе, поэтому перспективным является использование жидких металлов в качестве теплоносителя [1-3]. Дивертор состоит из вольфрамовой мишени, соединённой со стальной основой. В настоящий момент разработан метод пайки вольфрама со сталью, заключающийся в применение проставки из тантала и припоя 48Ti-48Zr-4Be мас.% (TiZr4Be).

Литий обладает высокой теплопроводностью и теплоёмкостью, помимо этого литий используется в концепте жидкометаллической стенки как ОПМ. Однако этот металл ограниченно совестим с материалами ТЯР из-за высокой скорости коррозии, особенно с медью и бронзой, которые используются в трубах охлаждения [4]. Коррозия большинства материалов в жидком литии уже была изучена ранее, однако, коррозионная стойкость паяных соединений остаётся неисследованной.

В работе исследована коррозионная стойкость паяных соединений W/ЭК-181, полученных высокотемпературной пайкой TiZr4Be, пайку осуществлялась через Ta проставку, компенсирующую разность КТР вольфрама и стали. Коррозионные испытания проводили ампульным методом в расплаве Li при 600 °C в течение 100 часов. Полученные результаты показывают наличие продуктов коррозии – фазы состава 80,9Fe-12,2O-4,6Ti-1,6Cr-0.4Zr-0,3Ta ат.%, на поверхности шва. Признаков растворения паяного шва обнаружено не было. На поверхности стали были обнаружены карбиды хрома.

Для подробного изучения продуктов коррозии использована просвечивающая электронная микроскопия. Анализ микроструктуры соединения показал, что в стали происходило локальное растворение хромсодержащих фаз, а между продуктами коррозии и швом находится оксидная пленка. Продукты коррозии осаждались на поверхности соединения вследствие снижения растворимости хрома в жидком литии при охлаждении образцов.

Поскольку растворения наиболее уязвимой части – соединения вольфрама с малоактивируемой сталью не происходит, то указанное выше соединение можно считать коррозионностойким в статическом жидком литии в течение 100 часов. Коррозионные повреждения не затрагивают паяный шов, основным видом повреждения соединения является локальная коррозия хромсодержащих фаз в стали ЭК-181.

Литература

1. Natesan K., Reed C.B., Mattas R.F. Assessment of alkali metal coolants for the ITER blanket // Fusion Engineering and Design. 1995. Vol. 27, № C. P. 457–466.
2. Nygren R.E., Tabarés F.L. Liquid surfaces for fusion plasma facing components—A critical review. Part I: Physics and PSI // Nuclear Materials and Energy. Elsevier Ltd, 2016. Vol. 9. P. 6–21.
3. Rindt P. et al. Conceptual design of a liquid-metal divertor for the European DEMO // Fusion Engineering and Design. Elsevier B.V., 2021. Vol. 173, № April. P. 112812.
4. Meng X.C. et al. Corrosion characteristics of copper in static liquid lithium under high vacuum // Journal of Nuclear Materials. 2019. Vol. 513. P. 282–292.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/E/en/IU-Popov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)