Contribution ID: **31** Type: **Устный | Oral**

Применение аморфного припоя Ti-Zr-Be для соединения «умного» вольфрамового сплава и стали

Thursday, 19 November 2020 14:15 (15 minutes)

Из-за возможного возникновения аварии с потерей теплоносителя в термоядерном реакторе DEMO в настоящее время разрабатывают, так называемые, самопассивирующиеся «умные» вольфрамовые сплавы (Smart Alloys) [1]. Их основное преимущество – предотвращение окисления чистого вольфрама. Один из них – сплав W-Cr-Y. Данный сплав разрабатывается, как материал, обращенный к плазме, следовательно, он должен быть соединен с конструкционным материалом – сталью. Для этого в данной работе применяли высокотемпературную пайку.
Пайка имеет несколько преимуществ: она не требует высокого давления и дешевле по сравнению с горячим изостатическим прессованием (ГИП). Более того, пайка позволяет производить локальную замену конкретного поврежденного компонента, что важно, поскольку количество панелей в элементах плазменной установки достаточно велико [2]. Для этой цели удобны сплавы-припои в виде тонкой фольги. Однако, состав таких сплавов должен состоять только из малоактивируемых элементов [3] из-за требований к материалам DEMO. В настоящее время не существует сплава-припоя, состоящего только из таких элементов и подходящего к задаче соединения стали с вольфрамовыми сплавами.
Кроме того, невозможно добиться прямого соединения вольфрама и стали из-за сильной разницы в их физических свойствах, особенно в коэффициенте теплового расширения. Эта разница вызывает высокие термические напряжения и дальнейшее разрушение [4]. Поэтому, обычно используются прослойки, снижающие напряжения. Для этих целей в данной работе использовали прослойку из тантала. Пайку проводили с помощью полностью малоактивируемого припоя 48Ti-48Zr-4Be мас. %. Применяемые режимы пайки: № 1 - 950 ° C / 30 мин, № 2 - 1100 ° C / 60 мин + 720 ° C / 180 мин. № 2 был использован для исследования влияния традиционной термической обработки стали на микроструктуру «умного» вольфрамового сплава и паяного шва. Показано, что одновременная пайка и термообработка стали с температурой выше 1000 ℃ невозможна из-за распада твердого раствора W-Cr. Однако пайка даже при 950 ℃ сохраняет микроструктуру “умного” сплава. Паяное соединение с промежуточным слоем Ta может выдерживать не менее 100 циклов нагрева и охлаждения в интервале 600 ℃ -300 ℃ и, как ожидается, даже больше, поскольку не наблюдалось макродеградации.

Ссылки

[1] F. Koch, H. Bolt, Self passivating W-based alloys as plasma facing material for nuclear fusion, Phys. Scr. T. T128 (2007) 100–105. https://doi.org/10.1088/0031-8949/2007/T128/020.
[2] N. Litunovsky, E. Alekseenko, A. Makhankov, I. Mazul, Development of the armoring technique for ITER Divertor Dome, Fusion Eng. Des. 86 (2011) 1749–1752. https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2011.02.050.
[3] M.R. Gilbert, J.C. Sublet, Handbook of activation, transmutation, and radiation damage properties of the elements simulated using FISPACT-II & TENDL-2015 for Magnetic Fusion Plants, Culham, 2016.
[4] D. Bachurina, A. Suchkov, B. Kalin, O. Sevriukov, I. Fedotov, P. Dzhumaev, A. Ivannikov, M. Leont’eva-Smirnova, E. Mozhanov, Joining of tungsten with low-activation ferritic–martensitic steel and vanadium alloys for demo reactor, Nucl. Mater. Energy. 15 (2018) 135–142. https://doi.org/10.1016/j.nme.2018.03.010.

Primary author: БАЧУРИНА, Диана (НИЯУ МИФИ)

Co-authors: Dr СУЧКОВ, Алексей; Dr СЕВРЮКОВ, Олег

Presenter: БАЧУРИНА, Диана (НИЯУ МИФИ)

Session Classification: Материаловедение и технологии материалов

Track Classification: Материаловедение и технологии материалов