

Н.С. ПОПОВ<sup>1\*</sup>, А.Н. СУЧКОВ<sup>1</sup>, В.О. КИРИЛЛОВА<sup>1</sup>, М.Ю. ЖАРКОВ<sup>2</sup>, А.В. ВЕРТКОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

<sup>2</sup>АО "Ордена Ленина НИКИЭТ им. Н.А. Доллежалея", Москва

\*NSPopov@mephi.ru

## **КОМПОЗИТ ВОЛЬФРАМ-СТАЛЬ (WSS) КАК ОСНОВА ДЛЯ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ СТРУКТУР: СТРУКТУРА И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ**

Капиллярно-пористые структуры (КПС) – наиболее простой способ создания возобновляемого слоя жидкого металла, который пополняется за счет капиллярной силы из резервуара [1]. Жидкий металл, такой как литий, при контакте с плазмой создает экранирующий слой, снижающий тепловую нагрузку на теплонагруженные элементы конструкции. Основой для КПС является сетка из вольфрамовой проволоки, которая крепится к стальному основанию с каналами охлаждения. Однако теплопроводность стали недостаточна для отведения больших потоков тепла. В работе рассмотрена технология изготовления композитных материалов, которая основана на пропитке вольфрамовых КПС расплавом стали. В качестве армирующей основы, обеспечивающей высокую теплопроводность рассмотрена сетка из вольфрамовой проволоки.

Срягое соединение вольфрама и железа или стали осложнено разницей в КТР и образованием хрупких интерметаллидных фаз [2]. В работе проведены исследования взаимодействия расплавов сталей X13, ЭК-181, AISI 316LN и чистого железа с вольфрамом. Методом ЭДС выявлены химические составы продуктов взаимодействия расплавов с вольфрамом. Изучено смачивание расплавами поверхности вольфрама. На КПС, пропитанных расплавом стали измерена температуропроводность.

По полученным результатам проведено моделирование эксперимент теплового потока релевантного для токамака ТРТ. Результаты моделирования представлены на рисунке 1. Теплопроводность композита на основе вольфрама и матрицы из аустенитной стали 316LN обладает теплопроводностью 48–69 Вт/мК при 100 °С, что позволяет выдерживать потоки до 10 МВт/м<sup>2</sup> течение 100 секунд.

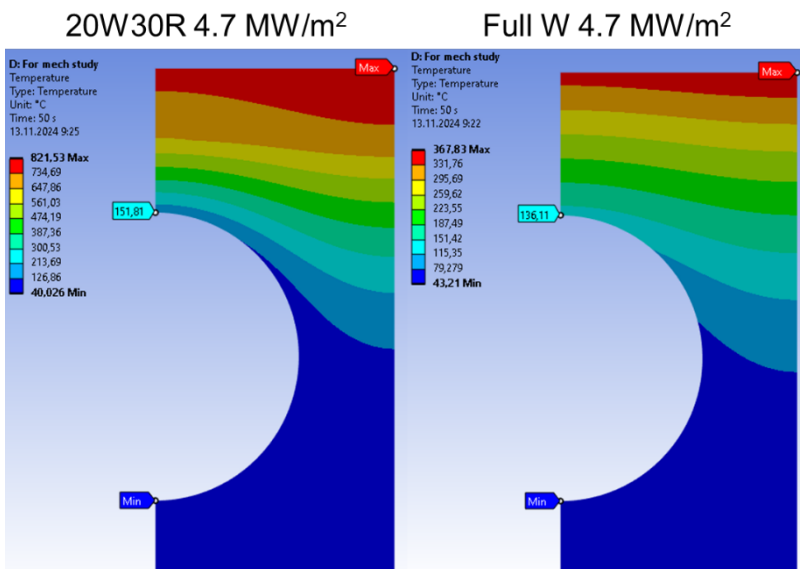


Рисунок 1 – Распределение температур по компоненту обращённому к плазме с использованием композита WSS и чистого W при тепловом потоке  $4.7 \text{ MW/m}^2$

Результаты показывают что замена стали на композит перспективна с точки зрения улучшения теплосъёма и предотвращения перегрева жидкого металла. Однако разработанная технология имеет ограничения по максимальным размерам получаемых изделий и, также, не обеспечивает оптимальную бездефектную структуру композита.

## Литература

- [1] I.E. Lyublinski, A. V. Vertkov, M.Y. Zharkov, O.N. Sevryukov, P.S. Dzhumaev, V.A. Shumskiy, A.A. Ivannikov, Selection of materials for tokamak plasma facing elements based on a liquid tin capillary pore system, Journal of Physics: Conference Series. 748 (2016).
- [2] Paúl A. et al. Phase Transformation and Structural Studies of EUROFER RAFM Alloy // MSF. 2006. Vol. 514–516. P. 500–504.