

ИСПЫТАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КЕРАМИК ИМПУЛЬСНОЙ ТЕПЛОЙ НАГРУЗКОЙ, ВОЗМОЖНОЙ В ДИВЕРТОРНОЙ ЗОНЕ ТОКАМАКА ИТЭР^{*)}

^{1,2,3}Черепанов Д.Е., ^{1,4}Бурдаков А.В., ¹Вячеславов Л.Н., ¹Кандауров И.В.,
^{1,2}Касатов А.А., ^{1,2}Попов В.А., ¹Рыжков Г.А., ^{1,2,4}Шошин А.А.

¹Институт Ядерной Физики имени Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

²Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия

³Институт Химии Твердого Тела и Механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия

⁴Новосибирский Государственный Технический Университет, Новосибирск, Россия

Термоядерные установки нуждаются в исследовании новых материалов для изготовления обращенных к плазме компонентов (ОПК). Утвержденный сейчас материальный состав, например, токамака ИТЭР имеет ряд недостатков, среди которых высокое среднее зарядовое число, а также недостаточная устойчивость ОПК импульсному нагреву. Перспективной, но плохо исследованной идеей является предложение применения высокотемпературных керамик для изготовления защиты ОПК. Среди основных преимуществ такого подхода можно отметить низкое среднее зарядовое число и достаточно высокую рабочую температуру. Главные недостатки – повышенная хрупкость и возможное высокое удержание трития, особенно, в случае углеродсодержащих керамик.

При выборе материала необходимо понимать детали деструктивных процессов, происходящих с ним, в частности, во время термических ударов, во время удержания плазмы. Для изучения эрозии высокотемпературных керамик при импульсном нагреве на базе установки БЕТА [1] был создан стенд с *in situ* диагностическими системами [2]. Термические удары моделировались с использованием импульсного ИК лазера, позволяющего добиваться ожидаемой во время переходных процессов в ходе удержания плазмы плотности мощности на поверхность образцов. Стенд был снабжен диагностическими системами для отслеживания динамики эрозии облучаемой поверхности образцов, ее температуры, а также поглощенной плотности мощности.

В ходе экспериментальной работы было проведено испытание керамик, считающихся перспективными с целью применения в качестве материала для изготовления защиты ОПК термоядерных установок: В₄С в виде монолитного образца и покрытий, нанесенных на вольфрам, SiC, ZrB₂, а также ZrB₂-SiC в пропорциях 70:30 и 80:20. Экспериментальные результаты позволили охарактеризовать поведение керамик во время термических ударов, определить допустимые параметры нагрева, при которых не происходит эрозии поверхности с потерей вещества, а также получить информацию о перспективности их использования в термоядерных установках с точки зрения устойчивости в случае возникновения переходных процессов во время удержания плазмы.

Работа по разработке системы лазерного нагрева керамик была частично поддержана грантом РФФИ № 23-19-00212.

Литература

- [1]. L.N. Vyacheslavov et al., Phys. Scripta 93 (2018) 035602
- [2]. D.E. Cherepanov et al., Nucl. Matter. 36 (2023) 101495

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)