

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДОРОДНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ НА ВОЛЬФРАМ С ПОМОЩЬЮ ГАЗОВОЙ ЗАВЕСЫ *)

¹Лиджигорьяев С.Д., ^{1,2}Бурмистров Д.А., ¹Гаврилов В.В., ¹Костюшин В.А.,
^{1,3}Позняк И.М., ^{1,3}Пушина А.В., ^{1,3}Топорков Д.А.

¹АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», Троицк, Москва, Россия, sandji@triniti.ru

²Национальный исследовательский университет "МЭИ", Москва, Россия

³Московский физико-технический институт (НИУ), Долгопрудный, Россия

Проведенное ранее исследование [1] показало, что азот или неон, инжектированные перед поверхностью вольфрамовой мишени служат надежным способом защиты от прямого воздействия водородной плазмы на вольфрам. Плотность поглощаемой вольфрамовой мишенью энергии $\approx 25 \text{ Дж/см}^2$ оказывается вдвое меньше энергии, поглощаемой вольфрамом при воздействии потока водородной плазмы без газовой завесы $\approx 50 \text{ Дж/см}^2$. В настоящей работе представлены результаты дополнительной серии экспериментов, в ходе которых варьировалась скорость водородного плазменного потока с целью регулирования тепловой нагрузки на мишень.

Эксперименты проводились на установке МКТ (АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»). Водородный плазменный поток со скоростью $(4\div 6)\times 10^7 \text{ см/с}$, длительностью $10\div 15 \text{ мкс}$ и энергосодержанием $30\div 40 \text{ кДж}$ генерировался импульсным плазменным ускорителем. Максимальная плотность в газовой завесе достигала 10^{17} см^{-3} при толщине завесы $\approx 5 \text{ см}$ и ширине $\approx 15 \text{ см}$. Вольфрамовая мишень с размерами $12 \text{ см} \times 14 \text{ см}$ и толщиной 8 мм располагалась на расстоянии 4 см от оси газовой завесы.

Динамика взаимодействия водородного плазменного потока с газовой завесой и вольфрамовой мишенью регистрировалась четырехкадровой МКП камерой в ЭУФ-МР диапазоне. Для измерения энергии, поглощаемой вольфрамовой мишенью, и определения её распределения по поверхности использовался многоканальный термопарный калориметр. Температура поверхности мишени измерялась инфракрасным пирометром. Регистрация ЭУФ-МР спектров излучения плазмы производилась с применением спектрографа с пропускающей дифракционной решеткой и ПЗС камерой. Полная энергия излучения из примишенной плазмы измерялась с помощью радиационного фольгового болометра.

Анализ экспериментальных данных показал, что в процессе взаимодействия водородного плазменного потока, газовой завесы и вольфрамовой мишени температура фронтальной поверхности вольфрамовой мишени растет в период времени, когда плазма завесы ещё не контактирует с поверхностью и её нагрев обеспечивается ЭУФ-МР излучением плазмы, образующейся при взаимодействии водородного плазменного потока с газовой завесой. При использовании газовой завесы азота/неона за счет варьирования скорости водородного плазменного потока удаётся регулировать тепловую нагрузку на вольфрамовую мишень в диапазоне $10\div 25 \text{ Дж/см}^2$ ($1\div 2.5 \text{ МВт/см}^2$) и, соответственно, максимально достигаемую при этом температуру фронтальной поверхности вольфрама в диапазоне $2000\div 3700 \text{ К}$. Таким образом, применение газовой завесы перед поверхностью облучаемых плазмой материалов позволяет регулировать тепловое воздействие на поверхность и расширяет технологические возможности обработки конструкционных материалов за счет облучения их мощным излучением, генерируемым при взаимодействии плазменного потока с нейтральным газом.

Работа выполнена в рамках Государственного Контракта № Н.4з.241.09.21.1069 от 20.04.2021 г.

Литература

- [1]. Лиджигорьяев С.Д., Бурмистров Д.А., Гаврилов В.В., Костюшин В.А., Позняк И.М., Пушина А.В., Топорков Д.А. // Физика плазмы, 2024, т.50, вып.11.

*) [DOI – тезисы на английском](#)