

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ВОЛЬФРАМА ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ ИНЕРТНЫМИ ГАЗАМИ

Tuesday, 8 October 2024 17:15 (15 minutes)

Как известно, дивертор будет подвергаться интенсивному плазменно-тепловому воздействию H, D, T с энергией ионов от нескольких эВ до нескольких кэВ, с очень небольшим количеством ионов гелия (He) в диапазоне энергий МэВ. По результатам исследований последнего десятилетия установлено, что наибольший тепловой поток на дивертор составит 10–20 МВт/м² [1]. Данные значения получены с учетом специальных мер по снижению тепловой нагрузки [2]. Одним из широко известных методов снижения тепловой нагрузки в области дивертора является введение примесных (затравочных) инертных газов как аргон, неон, азот и др. [3, 4]. Однако, затравочные газы, попадая в диверторную область, ионизируются и генерируют новый вид плазмы, который также приводит к распылению, изменению структуры поверхности W и влияет на удержание D в нем.

Настоящая работа посвящена исследованию изменений поверхности вольфрама после облучения инертными газами (Ar, He). Эксперименты по облучению вольфрама инертными газами осуществляли на плазменно-пучковой установке, которая предназначена для развития существующих и разработки новых методов моделирования нагрузок на конструкционные материалы, изучения свойств и поведения материалов после взаимодействия с плазмой [5].

Анализ модификации поверхности вольфрама проводился с помощью оптического микроскопа, сканирующего электронного микроскопа, а также основывался на измерениях шероховатости, микротвердости, потери веса образцов до и после плазменного облучения.

Микроструктура поверхности вольфрама и его модификация после облучения аргоновой плазмой показаны на рисунке 1.

Рисунок 1 –Микроструктура поверхности вольфрама: а –исходное состояние; б –после облучения в аргоновой плазме при $E_i = 500$ эВ ув.×1000, в –ув.×3000

Как видно на рисунке 1а, поверхность необлученного образца достаточно ровная со следами механической шлифовки. После облучения в аргоновой плазме на поверхности образца наблюдаются следы характерные процессу эрозии (рис.1б), отчетливо выявляются кристаллиты вольфрама (рис.1в), а также наблюдаются микропоры преимущественно круглой формы. Необходимо отметить, что после облучения гелиевой плазмой также наблюдалось образование пористой структуры. Следует предположить, что пористая структура, образованная в результате облучения инертными газами, может в дальнейшем служить дополнительными местами захвата ионов дейтерия.

Данная работа выполнена в филиале ИАЭ НЯЦ РК в рамках проекта «Научно-техническое обеспечение экспериментальных исследований на Казахстанском материаловедческом токамаке КТМ» (ИРН – BR23891779).

Список использованной литературы

- [1] Rieth M, Doerner R, Hasegawa A, Ueda Y and Wirtz M 2019 Behavior of tungsten under irradiation and plasma interaction // J. Nucl. Mater. –2019. –Vol. 519. –P. 334–68
- [2] А.С. Кукушкин, А.А. Пшенов. Режимы работы традиционного дивертора в TRT // Физика плазмы. –2021. –Т. 47. –№ 12. –С. 1123-1129.
- [3] A. Kallenbach, M. Balden, R. Dux, T. Eich et al. Plasma surface interactions in impurity seeded plasmas // Journal of Nuclear Materials. –2011. –Vol. 415. –Iss. 1. –P. S19-S26.
- [4] H.D. Pacher, A.S. Kukushkin, G.W. Pacher, V. Kotov, R.A. Pitts, D. Reiter. Impurity seeding in ITER DT plasmas in a carbon-free environment // Journal of Nuclear Materials. –2015. –Vol. 463. –P. 591-595 <https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2014.11.104>
- [5] Патент РК № 2080. Имитационный стенд с плазменно-пучковой установкой / Колодешников А.А., Зуев В.А., Гановичев Д.А., Туленбергенов Т.Р. и др. –опубл. 15.03.2017, Бюл. № 5.

Section

Energy and materials science (Section 2)

Primary author: ZHANBOLATOVA, Gainiya (Institute of Atomic Energy of National Nuclear Center of the

Republic of Kazakhstan)

Co-authors: СОКОЛОВ, Игорь (Institute of Atomic Energy of National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan); МИНИЯЗОВ, Арман (Institute of Atomic Energy of National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan); ТУЛЕНБЕРГЕНОВ, Тимур (Institute of Atomic Energy of National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan); МУХАМЕДОВА, Нурия (Institute of Atomic Energy of National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan); ҚАЙЫРБЕКОВА, Әсел (Institute of Atomic Energy of National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan); АГАТАНОВА, Алина (Institute of Atomic Energy of National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan)

Presenter: ЗНАНБОЛАТОВА, Gainiya (Institute of Atomic Energy of National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan)

Session Classification: Section 2 –‘Energy and Materials Science’

Track Classification: The V International Scientific Forum “Nuclear Science and Technologies”: Energy and materials science (Section 2)