

УДК 537.534

А. М. З и м и н, М. И. Г у с е в а,
Н. Г. Е л и с т р а т о в

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНОВ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА С БЕРИЛЛИЕВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ

Для анализа работоспособности элементов конструкции, обращенных к плазме, проведены испытания мишеней, выполненных из бериллия, при их бомбардировке ионами водорода и дейтерия. Реализованы различные режимы эксперимента, в том числе интенсивное переосаждение продуктов эрозии. Исследованы компонентный, фазовый составы и микроструктура перепыленных и распыленных слоев бериллия, накопления в них атомов изотопов водорода, а также процессы взаимного перепыления бериллиевых и вольфрамовых мишеней и влияние этих процессов на накопление дейтерия в распыленных и переосажденных слоях.

Simulation of Interaction between Hydrogen Isotope Ions and Beryllium Elements of Constructions / A.M. Zimin, M.I. Guseva, N.G. Yelistratov // Vestnik MG TU. Mashinostroenie. 2003. № 1. P. 3–21.

Tests, involving bombardment of beryllium targets with hydrogen and deuterium ions, were conducted to analyze the efficiency of construction elements facing plasma conditions. Various experimental conditions were realized including the intense redeposit of erosion products. The following has been studied: component and phase composition and microstructure of pollinated and sprayed beryllium layers, accumulation of hydrogen isotope atoms in them, and also processes of repeated sputtering onto the beryllium and tungsten targets and effect of these processes on the deuterium accumulation in sprayed and redeposited layers. Refs.16. Figs.7. Tabs.1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. I T E R P h y s i c s B a s i s // Nuclear Fusion. – 1999. – V. 39, №. 12. – P. 2137–2638.
2. F e d e r i c i G., S k i n n e r C h. H., B r o o k s J. N et al. Plasma – Material Interaction in Current Tokamaks and Their Implications for Next-Step Fusion Reactors // A joint Report with the Princeton Plasma Physics Laboratory (Princeton, NJ, USA) and the Max-Planck Institut für Plasmaphysik (Garching, Germany) PPPL-3531, IPP-9/128. – 2001. – 338 p.
3. Г у с е в а М. И., М а р т ы н е н к о Ю. В. Взаимодействие частиц плазмы с поверхностью // Итоги науки и техники. Сер. Физика плазмы. – М.: ВИНТИ, 1990. – Т. 11. – С. 150–190.

4. Беграббеков Л. Б. Эрозия и трансформация поверхности при ионной бомбардировке // Итоги науки и техники. Сер. Пучки заряженных частиц и твердое тело. – М.: ВИНТИ, 1993. – Т. 7. – С. 4–53.
5. Недоспасов А. В., Токарь М. З. Пристеночная плазма в токамаках // Вопросы теории плазмы. – М.: Энергоиздат, 1989. – Вып. 18. – С. 68–208.
6. Zimin A. M., Elistratov N. G., Kolbasov B. N. et al. MAGRAS – facility for modelling of plasma facing beryllium sputtering and re-deposition // Plasma Devices and Operations. – 1999. – V. 8. – P. 15–38.
7. Данилин Б. С., Сырчин В. К. Магнетронные распылительные системы. – М.: Радио и связь, 1982. – 72 с.
8. Марахтанов М. К. Применение в технике ускорителей плазмы магнетронного типа // Плазменные ускорители и ионные инжекторы / Под ред. Н.П. Козлова и А.И. Морозова. – М.: Наука, 1984. – С. 264–268.
9. Elistratov N. G., Zimin A. M. Magnetron discharge with azimuthally nonuniform W-Be cathode // IEEE Transaction on Plasma Science. – 2002. – V. 30, №. 1. – P. 397–400.
10. Исследование распыления бериллия ионами водорода с энергией 200 эВ / Н.Н. Васильев, В.М. Гуреев, М.И. Гусева и др. // Материалы XIII Международной конференции “Взаимодействие ионов с поверхностью”. – Москва, 1997. – С. 56–59.
11. Studies of tritium desorption from beryllium and characterization of erosion products under plasma–beryllium interaction / D.V. Andreev, A.Yu. Biryukov, L.S. Danelyan et al. // Fusion Engineering and Design. – 1998. – V. 39–40. – P. 465–475.
12. Modelling of Joint Operation of Different Plasma Facing Materials / Yu.A. Axjonov, L.S. Danelyan, N.G. Elistratov et al. // Proc. 5th Intern. Workshop on Beryllium Technology for Fusion. – Moscow, 2001. – Paper B7.
13. Studies of re-deposited layers produced at interaction of H and D ions with Beryllium / L.S. Danelyan, N.G. Elistratov, V.M. Gureev et al. // Proc. 4th IEA Int. Workshop on Beryllium Technology for Fusion (Ed. F. Scaffidi. Argentina). FZKA 6462. – Karlsruhe, Germany, 2000. – P. 308–316.
14. Исследование взаимодействия низкоэнергетических ионов дейтерия с бериллием в условиях перепыления / Н.Н. Васильев, В.М. Гуреев, М.И. Гусева и др. // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез. – 1999. – Вып. 2. – С. 16–22.
15. Causey R. A., Walsh D. S. Codeposition of deuterium with Beryllium // J. Nucl. Mater., 1998, vol. 254, p. 84–86.
16. Елистратов Н. Г., Зимин А. М. Математическое моделирование процесса переосаждения распыленных атомов // Вопросы атомной науки и техники. – Сер. Термоядерный синтез. – 1999. – Вып.1. – С. 8–16.

Статья поступила в редакцию 17.05.2002

Александр Михайлович Зимин родился в 1948 г., окончил в 1973 г. МВТУ им. Н.Э. Баумана. Канд. техн. наук, доцент кафедры “Плазменные энергетические установки” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 100 научных работ в области физики взаимодействия плазмы с твердым телом.

A.M. Zimin (b. 1948) graduated the Bauman Moscow Higher Technical School in 1973. Ph.D. (Eng.), ass. professor of “Plasma Power Engineering” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of over 100 publications in the field of physics of plasma interaction with solid body.

Мария Ильинична Гусева родилась в 1925 г., окончила в 1948 г. МГУ им. М.В. Ломоносова. Д-р физ.-мат. наук, начальник лаборатории Института ядерного синтеза Российского научного центра “Курчатовский институт”. Автор более 300 научных работ в области взаимодействия плазмы и ионных пучков с твердым телом.

M.I. Guseva (b. 1925) graduated the Lomonosov Moscow State Technical University in 1948. D. Sc. (Phys.-Math.), head of laboratory of the Institute for Nuclear Synthesis of the Russian Research Center “Kurchatov Institute”. Author of over 300 publications in the field of physics of plasma and ion beams interaction with solid body.

Николай Геннадьевич Елистратов родился в 1970 г., окончил в 1993 г. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Младший научный сотрудник НИИ “Энергетическое машиностроение” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор 15 научных работ в области физики взаимодействия плазмы с твердым телом.

N.G. Yelistratov (b. 1970) graduated the Bauman Moscow State Technical University in 1993. Junior researcher of “Energeticheskoe mashinostroenie” research institute of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 15 publications in the field of physics of plasma interaction with solid body.