



Синтез протон – бор (pB) в миниатюрном вакуумном разряде в осциллирующей плазме

Докладчик - д.ф.-м.н. Куриленков Ю.К., ОИВТ РАН

kurilenvoyuri@gmail.com

Ранее были представлены эксперименты по анейтронному синтезу протон-бор (pB) в миниатюрном наносекундном вакуумном разряде (NVD) с колебательным удержанием плазмы и соответствующим выходом α -частиц [1]. Моделирование "частица в ячейке" (PiC) в рамках полного электродинамического кода KARAT выявило ключевую роль формирования виртуального катода и соответствующей потенциальной ямы в межэлектродном пространстве NVD. Это обеспечивает там как удержание, так и ускорение протонов и дейтронов до энергий десятков кэВ, а многозарядных ионов бора - до сотен кэВ. Это превращает NVD в своего рода микрореактор "столкновительного" ядерного синтеза, включая DD и анейтронный pB. В этой работе мы далее рассмотрим некоторые особенности колебательного удержания, как относительно нового типа удержания плазмы для термоядерного синтеза. PiC-моделирование процессов синтеза pB показало, что плазма в NVD, и особенно на оси разряда, находится в состоянии, близком к квазинейтральному, что несколько отличается от условий в известной схеме периодически колеблющихся плазменных сфер (POPS), предложенной ранее для синтеза [2,3]. По-видимому, мелкомасштабные колебания в NVD являются механизмом резонансного нагрева ионов, в отличие от когерентных сжатий в оригинальной схеме POPS [2-4]. Тем не менее, благоприятное масштабирование мощности термоядерного синтеза в NVD оказывается близким к термоядерному синтезу POPS, но существенно отличается как по степени сжатия, так и по значениям параметра квазинейтральности [4]. Кроме того, в отличие от схемы POPS, моделирование PiC показывает, что функции распределения протонов и ионов бора в NVD не являются максвелловскими. Следовательно, мы имеем как DD, так и анейтронный синтез pB в неравновесной плазме, остающейся "незажженной" на оси разряда [5,6].

Oscillating plasmas for proton – boron fusion in the miniature vacuum discharge
Yu.K. Kurilenkov, V.P. Tarakanov, A.V. Oginov, S.Yu.Gus'kov and I.S.Samoylov
Joint Institute for High Temperatures, Russian Academy of Sciences
Bd. 2, 13 Izhorskaya st., Moscow, 125412, Russia
E-mail: kurilenvoyuri@gmail.com

Earlier, the experiments on the aneutronic proton-boron (pB) fusion in a miniature nanosecond vacuum discharge (NVD) with oscillatory plasma confinement and correspondent α -particles yield were presented [1]. Particle-in-cell (PiC) modeling within the full electrodynamic code KARAT revealed the key role of the formation of a virtual cathode and the corresponding potential well in the interelectrode space of NVD. It provides there both confinement and acceleration of protons and deuterons to energies of tens keV, and multicharged boron ions - up to hundreds of keV. This turns NVD into a kind of microreactor of "collisional" nuclear synthesis, including DD and an aneutronic pB ones. In this work we consider further some specific features of oscillatory confinement as a relatively new type of plasma confinement for fusion. PiC simulations of pB fusion processes have shown that the plasma in NVD, and especially on the discharge axis, is in a state close to quasineutral one, which is rather different from the conditions in the well-known scheme of periodically oscillating plasma spheres (POPS) suggested earlier for fusion [2,3]. Apparently, small-scale oscillations in NVD are a mechanism of resonant ion heating, unlike coherent compressions in the original POPS scheme [2-4]. Nevertheless, the favorable scaling of the fusion power in NVD turns out to be close to the POPS fusion, but differs significantly both in the compression ratio and in the values of the parameter of quasineutrality [4]. In addition, unlike the POPS scheme, PiC simulation reveals that the distribution functions of protons and boron ions in NVD are non-Maxwellian. Therefore, we have both DD and an aneutronic pB synthesis in a nonequilibrium plasma remaining "non-ignited" on the discharge axis [5,6].

- [1]. Yu. K. Kurilenkov, A. V. Oginov, V. P. Tarakanov et al Phys.Rev. E 103, 043208, 2021.
- [2]. A. Nebel and D. C. Barnes. Fusion Technol., 34, 28. 1998.
- [3]. J. Park, R. A. Nebel, S. Stange and S. K. Murali. Phys. Plasmas. 12, 056315, 2005.
- [4]. E. Evstatiev, R. Nebel, L. Chacon et al. Phys. Plasmas. 14, 042701, 2007.
- [5]. S. Yu. Gus'kov and Yu. K. Kurilenkov. J. Phys.: Conf. Ser. 774, 012132, 2016.
- [6]. Yu. K. Kurilenkov, V. Tarakanov et al. Contrib. Plasma Phys. 58, 952 (2018).