

## АНЕЙТРОННЫЙ СИНТЕЗ ПРОТОН -БОР В ОСЦИЛЛИРУЮЩЕЙ ПЛАЗМЕ ВАКУУМНОГО РАЗРЯДА <sup>\*)</sup>

<sup>1,2</sup>Куриленков Ю.К., <sup>1</sup>Огинов А.В., <sup>1</sup>Гуськов С.Ю., <sup>2</sup>Самойлов И.С., <sup>1</sup>Родионов А.А.,  
<sup>1</sup>Болотов Я.К.

<sup>1</sup>Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Объединённый институт Высоких Температур РАН, Москва, Россия,  
([yu.kurilenkov@lebedev.ru](mailto:yu.kurilenkov@lebedev.ru))

Ранее были представлены эксперименты по анейтронному синтезу протон-бор ( $pB$ )  $p + {}^{11}B \rightarrow \alpha + {}^8Be^* \rightarrow 3\alpha + 8.7 \text{ MeV}$  в плазме миниатюрного наносекундного вакуумного разряда (НВР) [1]. В цилиндрической геометрии НВР была реализована известная схема инерциального электростатического удержания (ИЭУ), но с обратной полярностью [1]. В этой схеме PiC моделирование в электромагнитном коде КАРАТ выявило образование в анодном пространстве НВР виртуального катода (ВК) и соответствующей ему потенциальной ямы (ПЯ) глубиной  $\approx 100$  кВ. Квазистационарная ПЯ размером в несколько миллиметров, играет роль микроускорителя протонов и ионов бора до энергий в сотни кэВ, когда выход реакции  $pB$  в области энергий частиц вблизи вторичного  $pB$  резонанса ( $\approx 150$  кэВ) становится уже заметным [1]. В процессе осцилляций ионов в ПЯ лобовые столкновения части протонов и ионов бора с энергиями  $\sim 100\text{-}500$  кэВ приводят к реакции протон-бор и появлению  $\alpha$  частиц [1]. В этой же схеме удержания и осцилляций дейтронов в ПЯ ранее исследовался ядерный DD синтез, где наблюдался как однократный, так и пульсирующий выход 2.45 МэВ нейтронов [2].

В данной работе обсуждаются выход  $\alpha$ -частиц в дальнейших экспериментах по синтезу  $pB$ , а также особенности осцилляторного удержания в НВР как относительно нового типа инерциального удержания плазмы [1]. PiC моделирование процессов синтеза  $pB$  показало, что плазма в НВР, и особенно на оси разряда, находится в состоянии, близком к квазинейтральному, что заметно отличается от условий в известной схеме периодически осциллирующих плазменных сфер (ПОПС) [3,4]. Эта схема была предложена для термоядерного синтеза в осциллирующей плазме, но, в частности, из-за ограничений на степень сжатия не получила дальнейшего развития [5]. В отличие от когерентных сжатий в оригинальной схеме ПОПС, по-видимому, мелкомасштабные колебания в НВР являются механизмом резонансного нагрева ионов. Тем не менее, благоприятный скейлинг мощности ядерного синтеза с уменьшением радиуса ВК [3,4] сохраняется и для НВР, но при этом заметно отличается как по степени сжатия, так и по значениям параметра квазинейтральности [6]. Кроме того, в отличие от схемы ПОПС, где плазма считается равновесной, PiC моделирование показывает, что функции распределения протонов и ионов бора в НВР не являются максвелловскими. Таким образом, в исследуемой схеме ИЭУ с обратной полярностью на основе НВР, как DD синтез, так и анейтронный синтез  $pB$  имеют место в неравновесной плазме, остающейся “незажженной” на оси разряда [6].

### Литература

- [1]. Yu. K. Kurilenkov, A. V. Oginov, V. P. Tarakanov et al. *Phys.Rev.* **E 103**, 043208, 2021.
- [2]. Yu. K. Kurilenkov, V. P. Tarakanov, S. Yu. Gus'kov et al. *Contrib, Plasma Phys.* **58**, 952, 2018.
- [3]. R. A. Nebel and D. C. Barnes. *Fusion Technol.* **34**, 28, 1998.
- [4]. J. Park, R. A. Nebel, S. Stange and S. K. Murali. *Phys. Plasmas.* **12**, 056315, 2005.
- [5]. E. Evstatiev, R. Nebel, L. Chacon et al. *Phys. Plasmas.* **14**, 042701, 2007.
- [6]. Kurilenkov Yu.K., Tarakanov V.P., Oginov A.A. et al. *Laser Part. Beams.* 9563197, 2023.

<sup>\*)</sup> DOI – тезисы на английском