Измерение динамики популяции быстрых ионов в плазме на установке ГОЛ-NB [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Гороховский Р.Г., 1Баткин В.И., 1Куклин К.Н., 1,2,3Полосаткин С.В., 1,3Поступаев В.В., 1Ровенских А.Ф., 1,3Сковородин Д.И.

1ИЯФ СО РАН, Новосибирск, РФ, [gorohovskiy.r@mail.ru](mailto:gorohovskiy.r@mail.ru)  
2НГТУ, Новосибирск, РФ  
3НГУ, Новосибирск, РФ

Установка ГОЛ-NB [1] представляет собой линейную осесимметричную открытую ловушку с многопробочными секциями для удержания плазмы. Основной целью экспериментов, проводимых на этой установке, является исследование удержания плазмы в многопробочном (периодически модулированным вдоль оси) магнитном поле. Установка ГОЛ-NB состоит из центральной ловушки (пробкотрона) длиной 2.5 м с полем в центре B = 0.3 Тл и состыкованных к ней секций сильного поля длиной около 3 м каждая с B = 4.5 Тл. Плазма в установке создается плазменной пушкой, расположенной в расширителе на одном из торцов установки, и нагревается с помощью инжекции пучков быстрых атомов водорода. Два инжектора [2] с суммарной мощностью 1,1 МВт инжектируют в плазму пучки быстрых атомов с энергией 25 кэВ, формируя в центральной секции популяцию быстрых ионов.

Проходя через плазму, пучки быстрых атомов вследствие столкновений с электронами и ионами плазмы частично ионизируются, и возникающие быстрые ионы захватываются магнитным полем установки. Захваченные ионы осциллируют вдоль оси установки между точками остановки (совпадающими с точками инжекции) и постепенно передают свою энергию электронам плазмы за счет упругих столкновений. Еще одним важным эффектом, приводящим к потере быстрых ионов, является перезарядка на нейтральном газе. Присутствие нейтрального газа в вакуумной камере и его проникновение в плазму приводят к потерям быстрых ионов вследствие резонансной перезарядки, снижающим эффективность нагрева плазмы.

Основным средством диагностики быстрых ионов на установке является анализатор нейтралов перезарядки [3], расположенный в одной из точек инжекции. Анализатор имеет 11 энергетических каналов, регистрирующих нейтралы в диапазоне от 5 до 25 кэВ. Интерпретация сигналов анализатора проводится путем сравнения измеряемых сигналов с ожидаемыми при заданной модельной функции распределения быстрых ионов и определения параметров этой функции распределения. Кроме того, анализатор позволяет прямо измерять время жизни ионов в плазме по спаду потока нейтралов после выключения инжекции.

В работе предложена модельная функция распределения быстрых ионов, описываемая одним параметром – соотношением мощности, передаваемой от ионов электронам плазмы, и мощности перезарядных потерь. Полученная модель хорошо согласуется с экспериментальными данными и позволяет изучать динамику эффективной мощности нагрева плазмы нейтральными пучками в процессе инжекции, а также рассмотреть влияние накопления нейтрального газа в системе на время жизни быстрых ионов.

Литература

1. V. Postupaev et al., Start of experiments in the design configuration of the GOL-NB multiple-mirror trap // Nuclear Fusion 62(8),086003 (2022)
2. V. Batkin et al., Neutral beam injectors for the GOL-NB facility // AIP Conference Proceedings 1771,030004 (2016)
3. S. Polosatkin et al., Neutral particle analyzer for studies of fast ion population in plasma // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 720, с. 42-44 (2013)

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/AI-Gorohovskiy_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)