

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИИ БЫСТРЫХ ИОНОВ В УСТАНОВКЕ ГОЛ-NB ^{*)}

^{1,2,3}Полосаткин С.В., ^{1,2}Баткин В.И., ^{1,3}Бурдаков А.В., ¹Гороховский Р.В.,
¹Куклин К.Н., ^{1,2}Мельников Н.А., ^{1,2}Поступаев В.В., ¹Ровенских А.Ф., ¹Сидоров Е.Н.,
^{1,2}Сковородин Д.И.

¹*Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, Новосибирск, Россия*

s.v.polosatkin@inp.nsk.su,

²*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
Новосибирск, Россия,*

³*Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия.*

Установка ГОЛ-NB 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. Плазма в установке создается плазменной пушкой, расположенной в расширителе на одном из торцов установки, и нагревается с помощью инъекции пучков быстрых атомов водорода.

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 останова (совпадающими с точками инъекции) 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 приводит к потерям быстрых ионов вследствие резонансной перезарядки, снижающим эффективность нагрева плазмы.

Основным средством диагностики быстрых ионов на установке является анализатор нейтралов перезарядки, расположенный в одной из точек инъекции. 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 инъекции.

Измерения динамики популяции быстрых ионов показали, что значительная доля захваченных ионов теряется из плазмы, не успевая передать свою энергию плазменным электронам. Наиболее вероятный механизм потерь ионов – перезарядка на нейтральном газе, десорбирующемся со стенок вакуумной камеры, а также возникающем в инжекторном тракте при попадании на стенку непerezарядившейся фракции пучка быстрых нейтралов.

Для количественного описания нагрева плазмы с помощью системы нейтральной инъекции была 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 инъекции. В текущих экспериментах эффективность передачи энергии от быстрых ионов плазме не превосходит 20 процентов, что ограничивает достижимую температуру плазмы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 25-22-00117

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)