

Отзыв научного руководителя

на диссертацию Инжеваткиной Анны Александровны

Поле скоростей плазмы в винтовой ловушке СМОЛА,

представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 Физика плазмы

Инжеваткина Анна Александровна с 2015 год (с третьего курса Физического факультета НГУ) занимается научно-исследовательской работой в лаборатории 10 Института ядерной физики им. Г. И. Будкера (ИЯФ СО РАН). В 2017 году она защитила квалификационную работу на соискание степени бакалавра по теме «Исследование плазменной струи установки СМОЛА методами пассивной спектроскопии», а в 2019 году — магистерскую диссертацию на тему «Пространственное распределение скорости плазмы в винтовой открытой ловушке СМОЛА». С 2019 по 2023 год Анна Александровна проходила обучение в аспирантуре Института ядерной физики СО РАН. С 2022 по 2023 год работала в лаборатории 10 ИЯФ СО РАН в должности инженера-исследователя, с 2023 по 2026 год — младшего научного сотрудника, с 2026 года по настоящее время — научного сотрудника. В рамках своей научной работы Анна Александровна последовательно развивала методы диагностики и анализа скоростей вращения и продольного истечения плазмы из открытой ловушки с винтовым удержанием СМОЛА.

Диссертационная работа Инжеваткиной Анны Александровны посвящена экспериментальному исследованию поля скоростей плазмы в открытой магнитной ловушке с винтовым удержанием СМОЛА. Задача разработки эффективных методов улучшенного удержания плазмы в линейных магнитных системах является ключевой для физики открытых ловушек. Ловушки следующего поколения, приближающиеся к параметрам промышленных источников быстрых нейтронов, с необходимостью должны сочетать в себе наиболее эффективные методы подавления продольных потерь частиц и энергии. Установка СМОЛА создана в ИЯФ СО РАН для проверки одной из возможных концепций снижения продольных потерь за счёт динамического многопробочного удержания. Одним из параметров, наиболее сильно влияющих на эффективность нового метода удержания, является скорость вращения плазмы в транспортной секции с винтовым магнитным полем.

В своей диссертации А. А. Инжеваткина решала вопросы экспериментального определения продольной и азимутальной скорости плазмы во всех основных секциях установки СМОЛА. Были разработаны и применены в эксперименте диагностики двух

типов: спектроскопическая диагностика для измерения скоростей в области удержания и выходном расширителе и система зондов Маха для определения потоковой скорости плазмы в транспортной секции с винтовым магнитным полем.

В части, относящейся к спектроскопической диагностике, была обоснована применимость метода измерения на основе доплеровского смещения линий излучения нейтрального водорода для измерения скорости плазмы; построен спектрометр с пространственным разрешением; создано математическое обеспечение для восстановления профиля угловой скорости по полученным экспериментальным данным. Набран большой объём экспериментальной статистики и получены зависимости угловой скорости от основных параметров эксперимента. Основным результатом данной части исследования стало определение экспериментальных условий (конфигурация источника плазмы, интенсивность подачи нейтрального газа, потенциалы внутрикамерных электродов и т. д.), при которых средняя скорость вращения плазмы, а значит, и эффективность удержания, максимальны.

В части, относящейся к зондовым диагностикам, выполнен подробный обзор моделей, связывающих токи насыщения зонда Маха с потоковой скоростью плазмы. Последовательно разработаны и испытаны различные версии зонда Маха для установки СМОЛА, определена их оптимальная конструкция. В эксперименте показано возникновение обратного потока ионов в приосевой области плазменного шнура при наличии винтовой гофрировки, что является прямым свидетельством эффекта винтового удержания. Также показано качественное отличие течения плазмы в магнитном поле с винтовой симметрией от случая с осесимметричной гофрировкой. Тем самым, в работе изложены научные результаты, существенно важные для программы исследования физики многопробочного удержания.

Инжеваткина А. А., несомненно, внесла определяющий вклад в результаты и публикации, составляющие основу диссертации. Полученные результаты были опубликованы в трёх статьях в рецензируемых научных журналах из списка ВАК или приравненных к ним зарубежных научных журналах, входящих в базы данных WoS и Scopus. Во всех статьях Анна Александровна является первым и основным автором. Также А. А. Инжеваткина является соавтором ряда статей по физике винтового удержания, где разработанные ею диагностики использовались для оценки скорости вращения при сравнении наблюдаемой эффективности винтового удержания с теоретическими моделями. Представленные результаты прошли апробацию на 7 международных конференциях: 12th International Conference on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement (Цукуба,

Япония), International Fusion and Plasma Conference & 13th International Conference on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement (Пусан, Республика Корея), XLVI, XLVIII - LI Международные (Звенигородские) конференции по физике плазмы и УТС (Звенигород, Россия). По теме диссертационной работы автором получен один патент на изобретение.

Считаю, что диссертация Инжеваткиной А. А. удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а Инжеваткина Анна Александровна заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 Физика плазмы.

Научный руководитель

старший научный сотрудник лаборатории 10 ИЯФ СО РАН

кандидат физико-математических наук

по специальности 01.04.08



Судников Антон Вячеславович

Адрес: 630090, Россия, Новосибирск, пр-т Академика Лаврентьева, д. 11

Телефон: +7 (383) 329-49-15

E-mail: A.V.Sudnikov@inp.nsk.su

Учёный секретарь ИЯФ СО РАН

кандидат физико-математических наук



Резниченко Алексей Викторович

03 АПР 2026