

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Хабанова Филиппа Олеговича

«Характеристики колебаний электрического потенциала и плотности плазмы в токамаке Т-10 и стеллараторе ТЖ-II».

представляемой на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 - физика плазмы.

Исследования, представленные в диссертации Хабанова Ф.О. относятся к общей физической проблеме удержания частиц и энергии в токамаках и стеллараторах. В этих тороидальных установках доминируют аномальные процессы переноса энергии и частиц плазмы, приводящие к уменьшению эффективности их работы. Поэтому наиболее перспективными считаются режимы работы с улучшенным удержанием, когда аномальный перенос подавлен. В экспериментальных работах подтверждается общая картина перехода к улучшенному удержанию, который, как полагается, происходит при возникновении шира скорости вращения плазмы, приводящего к подавлению турбулентного переноса на периферии плазмы в тороидальных системах. Однако в исследовании конкретных механизмов образования шира скорости появляются новые аспекты. В настоящее время активно исследуются колебательные процессы, которые предшествуют переходу к улучшенному удержанию и могут приводить к такому переходу или способствовать его возникновению. Диссертация посвящена развитию метода диагностики плазмы пучком тяжёлых ионов (НІВР) в направлении исследования как раз колебаний таких плазменных параметров, как плотность и электрический потенциал, пространственное распределение которого и определяет шир скорости вращения плазмы. Развитие метода НІВР именно в этом направлении представляется важным для понимания процессов турбулентного переноса и подавления турбулентности в термоядерных установках. В настоящее время проблема контроля турбулентности является одной из ключевых при описании процессов переноса энергии и частиц, поэтому представленные в диссертации исследования являются актуальными для физики высокотемпературной плазмы и УТС. Особенностью диссертационной работы является проведение исследований в установках с существенно различающейся магнитной конфигурацией – токамаке Т-10 и стеллараторе ТЖ-II. Данные о применении метода НІВР для исследования плазменных параметров на установках разного типа демонстрируют широкие возможности метода и подчёркивают уникальность представленной работы.

Первая глава диссертации посвящена описанию метода диагностики плазмы пучком тяжелых ионов. Детально представлены основы метода, а также подробно описана практическая реализация диагностики НИВР на токамаке Т-10 и стеллараторе ТЖ-II. Во второй главе Хабанов Ф.О. описывает метод расчета траекторий зондирующих ионов применительно к диагностике НИВР. Представлены основные входные данные для проведения такого расчёта и показаны результаты как для токамака Т-10, так и для стелларатора ТЖ-II. Также продемонстрирована схема работы устройства автоматической коррекции тороидального смещения диагностического пучка, разработанная в ходе выполнения диссертационной работы. Третья глава диссертации посвящена результатам восстановления радиальных распределений плотности плазмы и её колебаний по данным диагностики НИВР. Обсуждается процесс восстановления профиля плотности и представлены результаты такого восстановления для стелларатора ТЖ-II. Для токамака Т-10 приведён анализ локальности измерений колебаний плотности методом НИВР и представлены результаты экспериментального исследования структуры низкочастотных колебаний, которые согласуются с результатами, полученными ранее с помощью рефлектометрических измерений. Четвёртая глава диссертации посвящена экспериментальному исследованию пространственных распределений плазменных параметров на стеллараторе ТЖ-II. После описания сценария плазменного разряда и используемых параметров диагностики НИВР приведены полученные в разрядах с ЭЦР-нагревом пространственные распределения электрического потенциала. Затем приводятся данные о реконструкции пространственного распределения колебаний электрического потенциала и колебаний тока вторичного пучка, которые пропорциональны колебаниям плотности плазмы. Завершается 4 глава анализом радиальной и частотной структуры низкочастотных колебаний плотности.

В заключении приводятся результаты диссертационной работы, на основании которых формулируются выводы. Значительная часть представленных результатов получена впервые, а сделанные выводы вполне обоснованы.

При прочтении текста диссертации возникают некоторые вопросы :

- 1) Как проводилась реконструкция магнитных поверхностей в токамаке Т-10? Учитывался ли при этом Шафрановский сдвиг?
- 2) При восстановлении профиля плотности, какие предположения делались о профиле температуры?
- 3) К какому типу неустойчивости можно отнести квазикогерентные колебания?

В целом, замечания, указанные выше, не умаляют достоинств диссертационной работы Хабанова Ф.О. Диссертация обладает внутренним единством. Достоверность научных результатов, представленных в диссертации Хабанова Ф.О., подтверждена публикациями в ведущих рецензируемых научных журналах, –Nucl. Fusion, Plasma Phys. and Controlled Fusion, Journal of Instrumentation и других, а также в материалах Всероссийских и международных конференций. В этих статьях и докладах Хабанов Ф.О. является соавтором.

Автореферат диссертации полностью отражает содержание диссертации. Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 No 842, её автор Хабанов Филипп Олегович достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник научно-исследовательской
лаборатории управляемого термоядерного синтеза
Санкт-Петербургского политехнического университета
Петра Великого

Адрес: 195251, Россия, Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, д. 29
Тел.: (812) 552-79-54
e-mail: alex_yashin@list.ru

