

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пшенова Андрея Алексеевича «Механизмы, асимметрия и устойчивость перехода диверторной плазмы токамака в режим детачмента», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 — физика плазмы

Диссертационная работа Пшенова А.А. посвящена анализу влияния физических механизмов, протекающих в диверторной плазме токамака, на её переход в режим детачмента. Изучение этих вопросов является ключевым для успешного создания установок реакторного типа, поскольку именно режим с отрывом плазмы от приемных пластин дивертора на сегодняшний день считается основным режимом работы токамака-реактора, при котором поверхность первой стенки установки сможет аккомодировать значительные потоки тепла и частиц, идущие из области удержания горячей плазмы на периферию машины. Этим определяется актуальность проведенного соискателем диссертационного исследования.

Для решения этой проблемы автором работы был поставлен и успешно решен ряд задач. Так, им была проанализирована роль основных физических механизмов в уменьшении потока плазмы на приемные пластины дивертора при переходе диверторной плазмы в режим детачмента; проверена применимость нульмерного критерия перехода диверторной плазмы в режим детачмента в магнитной геометрии и при пространственных распределениях параметров пристеночной плазмы реального токамака. Соискателем также были установлены физические механизмы, ответственные а) за переход плазмы в режим детачмента в наиболее нагруженном диверторе установки и б) за скачкообразный характер перехода диверторной плазмы в режим детачмента, наблюдавший на ряде экспериментальных установок. В частности, был предложен ранее не рассматривавшийся в литературе оригинальный механизм развития неустойчивости резкого изменения глубины детачмента, связанный с нелинейной зависимостью поперечного коэффициента аномальной теплопроводности диверторной плазмы от температуры электронов у пластин внешнего дивертора токамака.

Полученные в работе результаты обладают научной новизной и представляют значительный интерес для исследователей, занимающихся физикой удержания плазмы в термоядерных установках. Они, безусловно, будут полезными и востребованными при анализе экспериментальных данных с ряда крупных установок, таких как DIII-D, ASDEX Upgrade и других, позволив более глубоко проникнуть в физику процессов, протекающих в диверторной плазме этих машин.

Текст автореферата, несмотря на полноту изложения основных результатов работы, содержит ряд неясных мест, требующих, на мой взгляд, более детального разъяснения:

1. При обсуждении формулы (1), связывающей поток частиц основного компонента плазмы на приемные пластины дивертора, Γ_W , с полным числом частиц рабочего газа в системе, N_D^{edge} , остается неясно, с чем физически связано изменение и выход на насыщение величины Γ_W с ростом N_D^{edge} , если параметры Q_{SOL} , Q_{imp} и E_{ion} в явном виде не зависят от N_D^{edge} (хотя и могут зависеть от этой величины неявно).
2. На странице 19 автор обсуждает возможный физический механизм, который может быть ответствен за скачкообразный переход диверторной плазмы в режим детачмента: зависимость поперечного коэффициента аномальной теплопроводности от температуры электронов у пластин внешнего дивертора токамака — высказывая при этом предположение о

существовании положительной обратной связи на меру детачмента — отношение давления в точке стагнации, P_{up} , к потоку мощности, достигающему области рециклинга, q_{recycl} — связанной с ростом первого и уменьшением второго параметра. При этом автор не уточняет, как с ростом меры детачмента величина P_{up} может продолжать увеличиваться и/или может продолжать уменьшаться значение q_{recycl} ? Как происходит замыкание этой положительной обратной связи?

3. На рисунке 10 отчетливо видно, что приведенные на графиках зависимости интегрального потока плазмы на внутреннюю диверторную пластину и потери излучения из внутреннего дивертора от параметра N_D^{edge} имеют характер гистерезиса. Гистерезис виден также на графике зависимости температуры плазмы в точке контакта сепаратрисы и внешней диверторной пластины от плотности электронов на границе расчетной области (рисунок 11). В последнем абзаце на странице 20 имеется упоминание о подобном характере хода кривых на графиках, однако сам автор не приводит никакого физического объяснения этой особенности — в чем состоит физический механизм этого эффекта?

Нужно отметить, что указанные замечания носят характер рекомендаций и не снижают высокого научного уровня выполненной диссертационной работы.

Рассмотрение представленных материалов автореферата позволяет сделать вывод, что диссертационная работа Пшенова А.А. «Механизмы, асимметрия и устойчивость перехода диверторной плазмы токамака в режим детачмента» представляет законченную научно - квалификационную работу, отвечающую всем требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 ред. 01.10.2018 № 1168, а её автор, Пшенов Андрей Алексеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 — физика плазмы.

Отзыв составил старший преподаватель Института лазерных и плазменных технологий Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», кандидат физико-математических наук (специальность 01.04.08 — физика плазмы).

Степаненко Александр Александрович
19.11.2018

Адрес: 115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31. Контактный телефон: +7(915)400-0451.
E-mail: aastepanenko@mephi.ru.

Даю согласие на обработку персональных данных

Степаненко А.А.

Подпись Степаненко А.А. заверяю:

