

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию
Юрова Дмитрия Викторовича

на тему «Численная модель и расчеты параметров осесимметричной открытой ловушки» по специальности 01.04.08 Физика плазмы на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Газодинамические плазменные ловушки открытого типа являются одним из перспективных направлений для генерации и удержания плотной плазмы достаточно высокой температуры в установках управляемого термоядерного синтеза. Кроме того, эти ловушки позволяют генерировать мощные потоки нейтронов в энергиями порядка 14 МэВ, что позволяет повысить безопасность современной ядерной энергетики. Поэтому актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

Первая глава диссертационной работы содержит обзор теоретических работ, сравнительный анализ компьютерных программ для моделирования параметров плазмы, а также детальное описание физической модели осесимметричных газодинамических ловушек (ГДЛ). Анализ недостатков имеющихся программ для моделирования плазменных источников приводит соискателя к выводу об актуальности построения новой численной модели и её программной реализации для сопровождения проводимых в ИЯФ СО РАН экспериментов на ГДЛ с повышенным продольным удержанием плазмы.

Тщательный анализ физической модели осесимметричных ГДЛ демонстрирует высокую степень обоснованности научных положений и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Новизна полученных соискателем результатов заключается в создании нестационарной численной модели плазмы в открытых ГДЛ с уточнённым приближением интеграла столкновений для расчёта взаимодействия быстрых ионов с плазмой и скорости ядерных реакций синтеза с учётом конечного размера ларморовских орбит быстрых ионов, а также в

программной реализации этих новых моделей в коде DOL. Новым также является систематическое использование алгоритмов оптимизации, позволившее предсказать оптимальное значение к.п.д. источника нейtronов в зависимости от размеров источника, мощности нагрева плазмы, напряженности магнитного поля. По основным параметрам результаты вычислений неплохо согласуются с имеющимися экспериментальными данными, что свидетельствует о достоверности физических принципов и предположений, реализованных в численной модели.

Основные материалы диссертации опубликованы в шести статьях в рецензируемых журналах и широко представлены на всесоюзных и международных конференциях, соответствующих тематике диссертационной работы. Представленные в диссертации результаты получены лично автором. Сравнение этих результатов с численными данными трёх других программ и экспериментальными данными свидетельствует о достаточно высокой степени обоснованности основных научных положений, выносимых на защиту.

Практическая значимость полученных соискателем результатов заключается, главным образом, в проведении массовых оптимизационных расчётов (Глава 3), позволивших выбрать оптимальные параметры и режимы работы мощного источника нейtronов при различных ограничениях на параметры плазмы, мощности источника нагрева, магнитного поля и габаритных размеров. Степень завершённости диссертационной работы оценивается как достаточно высокая.

К сожалению, диссертационная работа не лишена и недостатков, наименьший из которых проявляется в наличии многочисленных грамматических и пунктуационных опечаток. Более значительные недостатки заключаются в следующем:

- Структурированное описание физической модели предполагает сначала выписать полную систему уравнений физической проблемы с начальными и граничными условиями и лишь затем детальный анализ приближений и свойств отдельных членов и коэффициентов этих уравнений. В диссертационной работе структурирование не

выражено явно, что затрудняет при чтении оценку полноты и эффективности данной модели в сравнении с известными другими;

- Описание математической модели как таковое отсутствует, то есть нет описаний ни способа дискретизации, ни схем численного интегрирования. О том, что для решения кинетического уравнения используется метод конечных разностей есть лишь фрагментарное упоминание на стр.58 об использовании метода конечных разностей. При этом, не ясно, какая именно схема (явная, неявная), какого порядка использовалась, что не позволяет судить об устойчивости, скорости сходимости и эффективности этой схемы в сравнении с другими известными схемами и методами;
- При описании задачи оптимизации отсутствует анализ свойств целевого функционала и функциональных ограничений (линейность, гладкость, осциллируемость, овражность и т.д.). Поэтому нет обоснования выбора именно метода дифференциальной эволюции в качестве основного;
- Рисунки 2.2 и 2.3 при сравнении с экспериментом не демонстрируют явные преимущества реализованной соискателем численной модели в части точности вычислений по сравнению с программой MCFIT, позволяя лишь из текста догадаться о том, что программа DOL работает намного быстрее.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация Юрова Дмитрия Викторовича на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи исследования параметров и режимов работы ГДЛ, имеющей существенное значение для создания газодинамических плазменных ловушек открытого типа для термоядерного управляемого синтеза и мощных источников нейтронов для ядерной энергетики.

Указанные недостатки не снижают существенно важности основных научных результатов диссертации, полученных соискателем. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства

Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 Физика плазмы.

Официальный оппонент:

Иванов Валентин Яковлевич,
доктор физико-математических наук,
01.01.04 Физическая электроника, в том числе квантовая,

630090, Новосибирск, пр. Акад. Лаврентьева, 6,
телефон 913-486-90-02,
адрес электронной почты vivanov.48@mail.ru
Институт вычислительных технологий СО РАН

14. 11. 2016 г.



Иванов В.Я.

Подпись Иванова В.Я. заверена.

Ученой спереди ИВТ СО РАН Редом А.А.

14.11.2016

