моделирование физических процессов при сильноточных разрядах в сферических камерах с плазменным фокусом

Долинский В.Ю., Гаранин С.Ф., Мамышев В.И., Макеев Н.Г., Шигаев Ю.С.

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, г. Саров, Нижегородская область, Россия

Приведены результаты разработки двумерного эйлерового магнитно-гидродинамического (МГД) кода для проведения расчетных исследований динамики плазменной оболочки в сферических камерах с плазменным фокусом [1, 2]. В работе использовались уравнения магнитной гидродинамики с учетом диффузии магнитного поля, теплопроводности и излучения плазмы. При расчете магнитного поля применялась неявная схема. При этом расчет компонент ионной скорости был совмещен с расчетом электрических полей. Такой подход позволяет избавиться от ограничения на счетный шаг по времени, связанного с магнитной скоростью звука и описывать движение плазмы в вакуумной области позади плазменной оболочки. Для расчета проводимости плазмы использовались классические формулы с поправкой на возможное появление в плазме аномального сопротивления. Описанный выше подход для расчета электрического и магнитного полей и формулы для проводимости плазмы были взяты из работы [3]. Расчет нейтронного выхода проводился в предположении лишь термоядерного механизма генерации нейтронов. Для ускорения расчетов на многопроцессорных системах с общей памятью реализовано распараллеливание кода.

В работе изучено влияние диффузии магнитного поля, теплопроводности и аномального сопротивления плазмы на динамику плазменной оболочки и зависимость напряжения от времени между анодом и катодом

Проведено моделирование движения плазменной оболочки в сферической камере с диаметром анода 6 см и диаметром катода 12 см при запасенной энергии в конденсаторной батарее 17 кДж и амплитуде разрядного тока ~700 кА. Сравнение полученных в эксперименте осциллограмм напряжения и тока в цепи разряда с расчетными зависимостями показало удовлетворительное согласие расчета с экспериментальными данными. Рассчитанный нейтронный выход составил 4 × 109 DT-нейтронов. Измеренное в эксперименте с погрешностью ±20% значение нейтронного выхода составило 1,9 × 1011 DT-нейтронов за импульс. Данное обстоятельство свидетельствует в пользу того, что термоядерный механизм генерации нейтронов не вносит существенный вклад в нейтронный выход из плазменного фокуса и подтверждает выводы, сделанные в работе [3].

Литература

1. Макеев Н.Г., Румянцев В.Г., Черемухин Г.Н.. Разработка и исследование сферических камер с плазменным фокусом. Физика и техника импульсных источников ионизирующих излучений для исследования быстропротекающих процессов / Под ред. Н.Г. Макеева. Саров: Российский федеральный ядерный центр - ВНИИЭФ,1996, С. 281.
2. Макеев Н.Г., Румянцев В.Г., Маслов В.В.. Физика и техника сферических газоразрядных камер с плазменным фокусом. Энциклопедия низкотемпературной плазмы / глав. ред. В.Е. Фортов. Т. IX-3. Радиационная плазмодинамика / ред. В.А. Грибков. Москва: Янус, 2007, С. 176.
3. Гаранин С. Ф., Мамышев В.И. Двумерное МГД-моделирование работы плазменного фокуса с учетом ускорительного механизма генерации нейтронов. Физика плазмы. 2008, Т.34, №8, С.695.