ДИФФУЗИЯ И СУБДИФФУЗИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА В НЕИЗОТЕРМИЧЕСКУЮ ПЛАЗМУ С ТОКОМ

К.Н. Овчинников, С.А. Урюпин

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, РФ, Москва, uryupin@sci.lebedev.ru

Явление проникновения электромагнитного поля в неизотермическую плазму с ионно-звуковой турбулентностью (ИЗТ) исследуется сравнительно давно [1-4]. При теоретическом рассмотрении этого явления использовались предположения о неограниченном во времени воздействии поля и о постоянстве температур частиц плазмы. Вместе с тем, в экспериментах, направленных на изучение турбулентных разрядов [1, 2], либо при изучении возможности дополнительного нагрева плазмы при приложении коротких импульсов высокого напряжения [5], указанные предположения нельзя считать приемлемыми. Необходима теория, которая учитывает как нагрев частиц плазмы, так и конечность времени воздействия поля. Некоторые результаты такой теории представлены в докладе.

Описана эволюция во времени состояния плазмы с большой плотностью тока, когда дрейфовая скорость электронов значительно больше ионно-звуковой скорости. Показано, как изменяются во времени температуры электронов и ионов, а также напряжённость электрического поля, поддерживающего неизменной плотность тока. Изучено проникновение пробного электромагнитного импульса в токонесущую неизотермическую плазму. Если за время действия импульса не происходит изменения состояния плазмы, то проникновение поля в плазму происходит в режиме обычной диффузии с коэффициентом диффузии обратно пропорциональным аномальной проводимости, когда глубина проникновения поля растёт со временем как $\~ t^{0.5}$. Если же во время действия импульса из-за турбулентного нагрева изменяются температуры частиц и напряжённость поддерживающего ток поля, то проникновение импульса происходит в режиме субдиффузии. Показано, что изменение во времени основного состояния является причиной замедления проникновения поля в плазму. Для случая, когда электрическое поле импульса ортогонально оси анизотропии ИЗТ, установлена явная зависимость глубины проникновения импульса от времени $\~ t^{0.25}$. В этом случае показана возможность обнаружения явления субдиффузии по измерениям поля отражённого импульса. Для случая, когда электрическое поле импульса направлено вдоль оси анизотропии ИЗТ, проникновение импульса описано посредством численного решения системы уравнений для возмущения поля и порождаемых им возмущений температур электронов и ионов. Субдиффузия, обусловленная нестационарностью основного состояния, имеет место и при такой поляризации поля пробного импульса. Однако, в этом случае обнаружить влияние субдиффузии на величину поля отражённого импульса сложнее, так как ту же поляризацию имеет более мощное излучение, обусловленное нестационарностью поддерживающего основной ток поля.

Литература

1. Wharton C.B., Korn P., Robertson S., Phys. Rev. Lett., 1971, V.27, P. 499.
2. Hirose A., Kawabe T., Skarsgard H.M., Phys. Rev. Lett., 1972, V.29, P. 1432.
3. Овчинников К.Н., Силин В.П., Урюпин С.А., ЖТФ, 1989, Т. 59, С. 29.
4. Быченков В.Ю., Новиков В.Н., Физика плазмы, 1994, Т. 20, С. 513.
5. Виноградов Н.И., Извозчиков А.Б., Шаховец К.Г., Препринт ФТИ им. А.Ф. Иоффе №1177, 1987