Уравнения переноса для многокомпонентной химически активной частично ионизованной плазмы в магнитном поле

В.М. Жданов, А.А. Степаненко

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия, vmzhdanov@mail.ru

На основе обобщенного метода моментов Грэда получена полная система линеаризованных уравнений переноса (уравнений моментов) для частично ионизованной многокомпонентной плазмы в магнитном поле с учетом внутренних степеней свободы частиц и химических реакций, включая реакции диссоциации, ионизации и рекомбинации. Обосновывается отделение уравнений переноса для электронов от соответствующих уравнений для тяжелых частиц плазмы (ионов и атомов). Линейные соотношения переноса для электронов записываются с учетом неупругих столкновений электронов с тяжелыми частицами плазмы, приводящих к возбуждению вращательных и колебательных степеней свободы молекул и электронному возбуждению атомов плазмы, а также реакций ионизации атомов электронным ударом и трехчастичной электрон-ионной рекомбинации. Получены выражения для поправок к скоростям реакции ионизации-рекомбинации в уравнении непрерывности для электронов, а также выражения для дополнительных слагаемых в тензоре давлений электронов и соотношение для величины отрыва температуры электронов от температуры тяжелых частиц. Получены соотношения для диффузионных и тепловых потоков, а также тензора вязких напряжений электронов и выражения для соответствующих им коэффициентов переноса в магнитном поле. Эти результаты являются обобщением соответствующих выражений, полученных Девото [1] на основе метода Чепмена-Энскога для плазмы, состоящей из бесструктурных частиц.

 В приближении 17 моментов получена система скалярных, векторных и тензорных уравнений переноса для тяжелых компонентов химически активной плазмы, частицы которой обладают внутренними степенями свободы, и анализируются выражения для коэффициентов переноса тяжелых частиц такой плазмы в магнитном поле.

Совокупность полученных соотношений для неравновесных параметров плазмы вместе с уравнениями сохранения и уравнениями Максвелла для электромагнитного поля образуют полную систему уравнений магнитной газодинамики частично ионизованной химически активной плазмы с учетом неупругих столкновений частиц плазмы.

Литература.

1. Devoto R. S. Phys. Fluids, 1967, V.10, P. 2105.