Влияние столкновений электронов на возбуждение плазменных волн нелинейными токами

Гришков В.Е., Урюпин С.А.

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

Вопросы теории генерации плазменных волн в плазме изучаются сравнительно давно (см., например, [1 – 3]). Одним из часто обсуждаемых источников возбуждения плазменных волн является пондеромоторная сила. Ранее для описания генерации плазменных волн под воздействием пондеромоторной силы использовались уравнения поля, дополненные гидродинамическими уравнениями, либо уравнением для средней скорости электронов. При этом не учитывалось влияние столкновений на возбуждение и распространение плазменных волн.

В настоящем сообщении в развитие подходов работ [1 – 3] изучено возбуждение плазменных волн при воздействии на плазму относительно слабого импульса электромагнитного излучения с несущей частотой  большей плазменной частоты электронов  и распространяющегося с групповой скоростью  близкой к скорости света. В отличие от ранее выполненных работ описание отклика плазмы на воздействие излучения базируется на кинетическом уравнении, учитывающем столкновения электронов с ионами. При помощи кинетического уравнения найдена медленно изменяющаяся за время порядка  малая поправка к функции распределения электронов, возникающая при нелинейном воздействии излучения. Используя малую поправку к функции распределения, вычислены нелинейные токи, обусловленные пондеромоторной силой и силой увлечения, пропорциональной частоте столкновений электронов с ионами . Получено и решено уравнение для потенциального электрического поля, источником которого являются нелинейные токи. Показано, что наряду с пондеромоторной силой, сила увлечения также приводит к генерации плазменных волн. Продемонстрировано, что для типичных плазм основной причиной возбуждения плазменных колебаний является нелинейный ток, порождаемый пондеромоторной силой. Напряженность поля плазменных волн, возбуждаемых током увлечения, в  раз меньше, чем из-за воздействия силы Миллера. Найден декремент затухания плазменных волн, генерируемых нелинейными токами, вследствие столкновений электронов с ионами и дана оценка декремента затухания Ландау. Показано, что декремент затухания из-за столкновений электронов с ионами много больше декремента затухания Ландау.

Литература

1. Горбунов Л.М., Кирсанов В.И., ЖЭТФ, 1987, Т. 93, С. 509.
2. Sprangle P., Esarey E., Ting A., Joyce G., Appl. Phys. Lett., 1988, Vol. 53, P. 2146.
3. Tajima T., Dawson J.M., Phys. Rev. Lett., 1979, Vol. 43, P. 267.