нелокальный анализ градиентно-дрейфовой неустойчивости в плазменном ускорителе холловского типа

Марусов Н.А.1,2,3, Сорокина Е.А.1,2, Лахин В.П.1,2, Ильгисонис В.И.1,2, Смоляков А.И.1,2,4

*1Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия**2Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва,
 Россия
3**Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Московская область,
 Россия*
*4Университет Саскачевана, Саскатун, Канада*

В установках холловского типа, в частности, в электрореактивных плазменных двигателях, плазма движется во внешних скрещенных электрическом и магнитном полях. При этом величина магнитного поля выбирается таким образом, что электроны в таких установках замагничены, а ионы не замагничены. Поперечный ток в таких системах, обусловленный дрейфом электронов в скрещенных полях, в комбинации с неоднородностями плотности плазмы и магнитного поля является источником градиентно-дрейфовой неустойчивости [1]. В работах [2, 3] экспериментально и теоретически установлено, что градиентно-дрейфовая неустойчивость может быть потенциальным источником флуктуаций и аномальной проводимости плазмы в стационарных плазменных двигателях.

В данной работе проведен нелокальный анализ устойчивости электростатических колебаний частично замагниченной неоднородной плазмы в диапазоне частот $ω\_{Bi}\ll ω\ll ω\_{Be}$, где $ω\_{Bi}$ и $ω\_{Be}$ — ионная и электронная циклотронные частоты, распространяющихся строго поперёк магнитного поля. В приближении холодной плазмы в рамках двужидкостной гидродинамической модели получено дифференциальное уравнение собственных колебаний плазмы, учитывающее инерцию электронов, градиенты плотности плазмы и магнитного поля, а также неоднородное равновесное течение электронов. Для профилей равновесных параметров плазмы, характерных для установки СПД-100 [4], найдены собственные функции и собственных частоты неустойчивых колебаний с нулевыми граничными условиями для электростатического потенциала возмущений на электродах. Проведен сравнительный анализ полученных результатов с результатами локальной теории, предсказывающей неустойчивость длинноволновых азимутальных мод с частотами $ω≲ω\_{LH}$ ($ω\_{LH}=\sqrt{ω\_{Bi}ω\_{Be}}$ – нижнегибридная частота) в прианодной области плазменного ускорителя.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект №17–12–01470).

Литература.

1. А. Б. Михайловский, Теория плазменных неустойчивостей*.* Т. 2. Неустойчивости неоднородной плазмы – М.: Атомиздат, 1971. 312 с.
2. А.И. Морозов, Ю.В. Есипчук, A.M. Капулкин, В.А. Невровский, В.А. Смирнов, Журнал Технической Физики, 1972, т. XLII, № 3.
3. Ю.В. Есипчук, Г.Н. Тилинин, Журнал Технической Физики, 1976, т. XLVI, № 4.
4. R. Hofer, I. Mikellides, I. Katz, and D. Goebel, in 43rd AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit, AIAA 2007-5267, 2007.