градиентно-дрейфовая неустойчивость в холловской плазме

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

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

Градиентно-дрейфовая неустойчивость частично замагниченной (холловской) плазмы присуща плазменным установкам со скрещенными электрическими и магнитными полями: магнетронам, разрядам Пеннинга, стационарным плазменным двигателям. Величина магнитного поля в названных установках выбрана таким образом, что электронная компонента плазмы является замагниченной, а ионная нет, т.е. $ρ\_{e}\ll L\ll ρ\_{i}$, где $ρ\_{e,i}$ — электронный и ионный ларморовские радиусы, соответственно; $L$ – характерный масштаб области, занимаемой плазмой. Замкнутый дрейф электронов в сочетании с неоднородностями плотности плазмы и величины магнитного поля в таких системах является источником неустойчивостей плазмы [1]. Применительно к холловским двигателям градиентно-дрейфовая неустойчивость была идентифицирована на эксперименте и исследована теоретически в работах [2, 3]. Считается [4, 5], что именно с её развитием могут быть связаны аномальная подвижность электронов и формирование когерентных вращающихся структур, наблюдаемых в экспериментах.

В настоящей работе исследуется линейная устойчивость электростатических колебаний неоднородной холловской плазмы в диапазоне частот $ω\_{Bi}\ll ω\ll ω\_{Be}$, где $ω\_{Bi}$ и $ω\_{Be}$ — ионная и электронная циклотронная частоты, распространяющихся строго поперёк магнитному полю. Используется двужидкостная гидродинамическая модель плазмы
с холодными ионами. При этом в уравнении движения электронов учитываются эффекты инерции, электронного давления и гировязкости. Показано, что в выбранном приближении дисперсионное уравнение плазменных колебаний, включающее эффекты конечного ларморовского радиуса электронов, является кубическим относительно частоты колебаний. Проведён его детальный анализ. В самом общем случае найден аналитический критерий устойчивости рассматриваемых возмущений; построена диаграмма устойчивости. Рассчитаны частоты и инкременты неустойчивых колебаний.

 Работа частично поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований № 16-02-00640.

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, Том XLII, в. №3.
3. Ю.В. Есипчук, Г.Н. Тилинин, Журнал Технической Физики, 1976, Том XLVI, в. №4.
4. W. Frias, A.I. Smolyakov, I.D. Kaganovich, Y. Raitses, Physics of Plasmas, **19**, 072112 (2012).
5. W. Frias, A.I. Smolyakov, I.D. Kaganovich, Y. Raitses, Physics of Plasmas, **20**, 052108 (2013).