К ТЕОРИИ ИОНИЗАЦИОННО-ПОЛЕВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПЛАЗМЕННОГО СТОЛБА

Двинин С.А., 1Довженко В.А., 2Синкевич О.А.

Московский государственный университет, г. Москва, Россия, [s\_dvinin@mail.ru](mailto:s_dvinin@mail.ru)  
1Институт физики атмосферы имени А.М. Обухова РАН, г. Москва, Россия  
2Московский энергетический институт, г. Москва, Россия, [oleg.sinkevich@itf.mpei.ac.ru](mailto:oleg.sinkevich@itf.mpei.ac.ru)

Впервые задача о вынужденном ионизационном рассеянии в бесконечной плазме с малой плотностью электронов рассматривалась в работе [1]. В [2, 3] изучены линейный и нелинейный режимы ионизационного рассеяния плоской волны на цилиндрическом плазменном столбе с закритической плотностью в волноводе, вдоль которого может распространяться поверхностная волна. Сравнение результатов [2, 3] с экспериментом было проведено в работе [4]. В данной работе рассмотрено в общем виде решение задачи о вынужденном ионизационном рассеянии плоской волны на бесконечном плазменном столбе.

Предполагается, что поддерживающая плазму СВЧ волна падает нормально на плазменный столб радиуса R, который описывается уравнениями баланса частиц и теплопроводности. Электромагнитное поле удовлетворяет уравнениям Максвелла в приближении холодной плазмы. Методом преобразования Лапласа найдено решение задачи о возбуждении ионизационной неустойчивости плазменном столбе, вызванной флуктуациями плотности электронов. При решении уравнений Максвелла в явном виде выделяются поля, связанные с законом сохранения полного тока. Эволюция неустойчивости описывается с помощью уравнений для «медленных» амплитуд возмущений плотности и температуры электронов, а также амплитуд соответствующих мод электромагнитного поля.

Решение задачи о неустойчивости, инициируемой внешним периодическим возмущением, позволяет выделить в возбуждаемых колебаниях три моды — одну резонансную, связанную с возбуждением собственных электромагнитных колебаний среды и две диффузионно-теплопроводностных моды. В зависимости от особенностей кинетики обе последних моды могут быть устойчивыми, либо одна из них будет описывать диффузионно-ионизационные колебания (страты), а вторая сильно затухающие возмущения.

Изменение пути интегрирования позволяет выделить в резонансной моде колебания, связанные с возбуждением собственных (поверхностных) электромагнитных волн, вытекающих волн [5, 6] (при докритической плотности электронов в плазме) и волн непрерывного спектра. Число вытекающих волн, которые вносят вклад в рассеянное поле, зависит от положения точки, в которой наблюдается поле и параметров области рассеяния. Вклад непрерывного спектра рассчитывается методом перевала.

Рассмотрена также задача о свободных колебаниях и получены выражения для инкрементов неустойчивости всех мод колебаний. Как показывают расчеты, аналогичные неустойчивости могут наблюдаться также в плазмохимических реакторах низкого давления.

Литература

1. Гильденбург В.Б., Ким А.В., Хазанов И.В. Физика плазмы, 1983, **9**, 1303.
2. Двинин С.А., Довженко В.А., Солнцев ГС. Физика плазмы, 1982, **8**, 1228.
3. Двинин С.А., Довженко В.А., Солнцев ГС. Физика плазмы, 1983, **9**, 1057.
4. Двинин С.А.. Постников С.А., Солнцев Г.С., Цветкова Л.И. Физика плазмы, 1983, **9**, 1297.
5. Tamir T., Oliner A.A. Proceedings IEE, 1963, **B110**, №2, 310, 325.
6. Шевченко В.В. Плавные переходы в открытых волноводах. М.: Наука, ГРФМЛ, 1969.