L38РЕЗОНАНСНыЕ и НЕРЕЗОНАНСНЫЕ Ионизационно-полевые неустойчивости в ВЧ и СВЧ разрядах

С.А. Двинин, \*В.А. Довженко, \*\*О.А. Синкевич

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, физический  
 факультет, Москва, Россия, [s\_dvinin@mail.ru](mailto:s_dvinin@mail.ru)  
\*Институт Физики Атмосферы имени А.М. Обухова РАН, Москва, Россия  
\*\*Национальный Исследовательский Университет Московский Энергетический  
 Институт, Москва, Россия, [oleg.sinkevich@itf.mpei.ac.ru](mailto:oleg.sinkevich@itf.mpei.ac.ru)

Впервые неустойчивость ионизации плазмы в поле плоской электромагнитной волны была описана Гильденбургом и Кимом [1]. Позже было показано [2], что в пространственно ограниченном микроволновом разряде низкого давления, данная неустойчивость ведет не только к изменению пространственной структуры плазмы, но и к появлению резонансов, наблюдаемых при электронных плотностях, когда размер плазмы становится кратным нескольким полуволнам стоячей поверхностной волны, возбуждаемой на плазменной границе. Резонанс вызывает уменьшение СВЧ мощности падающей волны, необходимой для поддержания разряда, за счет уменьшения коэффициента отражения и появление неоднозначной связи плотности электронов с ее амплитудой.

Развитие неустойчивости приводит к частичной трансформации плоской волны в поверхностную волну и возникновению неоднородного распределения плотности электронов в разряде. При этом суммарное поле может превышать поле падающей волны, обеспечивая выполнение условий интегрального баланса частиц в плазме.

Развитие возмущений электронной плотности определяется двумя процессами – отрицательной обратной связью за счет непрерывности полного тока (как в стратах) и положительной из-за возбуждения поверхностной волны вблизи резонанса. В данной работе теория [2] была модернизирована за счет учета обоих процессов, что позволило достичь лучшего совпадения с экспериментом. Кроме того, была построена теория ионизационной неустойчивости трубке бесконечной длины. В данном случае возможно возбуждение бегущих (не стоячих) возмущений плотности и поверхностной волны. Длина возмущений зависит от плотности электронов. Как и в трубке конечной длины, внешнее поле, необходимое для поддержания разряда в режиме с развитой неустойчивостью, ниже, чем для однородной плазмы.

Сравнение расчетов с экспериментами [3] показало качественное согласие с теорией.

Аналогичная теория была развита для емкостного высокочастотного разряда (с частотами 100 МГц и выше) с большими электродами. Для возбуждения этого типа разряда используется симметричная поверхностная волна, распространяющаяся вдоль границы плазма – слой пространственного заряда – электрод. Расчет показал, что в определенных случаях неустойчивость приводит к возбуждению антисимметричной волны, длина которой существенно меньше, чем длина симметричной. Интерференция волн обусловливает проявление неоднородного распределения плотности плазмы вдоль электрода.

Литература

1. Гилъденбург В. Б., Ким А. В. Журн. эксперим. и теорет. Физики, 1978, **74**, 141.
2. Двинин С.А., Довженко В.А., Солнцев Г.С. Физика плазмы, 1983, **9,** 1058.
3. Двинин С.А., Постников С.А., Солнцев Г.С., Цветкова Л.И. Физика плазмы, 1983, **9**, 1297.