О ИЦР нагреве по методу магнитного берега

1Господчиков Е.Д., 2Тимофеев А.В.

1Институт Прикладной Физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия,
egos@appl.sci-nnov.ru
2НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, timofeev\_av@nrcki.ru

ИЦР нагрев по методу «магнитного берега» предполагает использование альфвеновских колебаний, возбуждаемых в области сильного магнитного поля, превышающего резонансное значение. Длина волны колебаний сокращается по мере приближения к резонансной зоне, фазовая и групповая скорости стремятся к нулю – колебания «останавливаются». Поэтому, какова бы ни была интенсивность диссипативных процессов, действующих в резонансной зоне, колебания полностью поглощаются.

Однако в неоднородном плазменном шнуре наряду с дискретным спектром собственных альфвеновских колебаний существует непрерывный спектр – альфвеновский континуум. Колебания, составляющие континуум, испытывают альфвеновский резонанс, трансформируясь в нижнегибридные. Последние обладают значительным продольным электрическим полем, что позволяет активно взаимодействовать с электронами, вызывая их нагрев.

Последовательный анализ интересующего нас способа нагрева плазмы должен быть двумерным, поскольку необходимо учитывать как продольную неоднородность основного магнитного поля, так и поперечную неоднородность плотности плазмы. В реальных условиях неоднородность магнитного поля можно считать слабой, что позволяет при описании продольной структуры альфвеновских колебаний, возбуждаемых антенной, использовать квазиклассическое приближение.

Интерес к ИЦР нагреву по методу «магнитного берега» связан главным образом с экспериментами, проводимыми с космическим плазменным двигателем VASIMR. В настоящей работе показано, что в условиях, характерных для плазменных двигателей, значительная часть электромагнитной энергии, закачиваемой в плазму, перейдет не к дискретному спектру собственных альфвеновских колебаний, а к альфвеновскому континууму и, следовательно, поглотится электронами.