Развитие неустойчивостей желобкового типа в газодинамической ловушке [[1]](#footnote-1)\*)

DOI: 10.34854/ICPAF.2020.47.1.023

1,2Беклемишев А.Д., 1,2Константинов С.Е.

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, РФ, [bekl@bk.ru](mailto:bekl@bk.ru)  
2Новосибирский государственный университет, Новосибирск, РФ.

Кроме собственно желобковых мод, развивающихся при наличии градиента давления и средней неблагоприятной кривизны силовых линий магнитного поля, в газодинамической ловушке могут также проявляться классические неустойчивости вращающейся плазмы - Кельвина-Гельмгольца, центробежная и температурно-градиентная. Все эти неустойчивости развиваются в виде мод желобкового типа (вытянутых вдоль магнитного поля) и обладают сходными волновыми числами и частотами, отличаясь лишь источниками и причинами развития. В экспериментальных условиях плазма в открытых ловушках всегда вращается, причём избавиться от градиентов скорости, плотности и температуры не представляется возможным. Таким образом, на практике должна наблюдаться некоторая сложная картина, обладающая чертами различных типов неустойчивости. Важной особенностью развития желобковых мод в газодинамической ловушке является диссипация энергии, связанная с продольными токами, замыкающимися через пластины плазмоприёмников в расширителях. В предельном случае электронно-холодной плазмы эта диссипация приводит к полной стабилизации электростатических мод из-за эффекта вмороженности в плазмоприёмники. В условиях газодинамической ловушки ГДЛ и будущих термоядерных приложений диссипативные эффекты не могут обеспечить стабилизации, но существенно модифицируют развитие неустойчивостей. В частности, эффект «вихревого удержания», использующийся на ГДЛ для получения максимальных параметров, объясняется нелинейно-диссипативным насыщением желобковых мод.

Важнейшая роль торцевой диссипации в развитии желобковых неустойчивостей в газодинамической ловушке делает неприменимыми теоретические модели с использованием подходов на основе гамильтоновой динамики. Такие модели могут быть адекватными лишь для тороидальных систем или для амбиполярных ловушек с эффективным подавлением продольных потерь. В случае газодинамической ловушки торцевая диссипация является базовым эффектом.

В работе представлены результаты численного моделирования нелинейного развития неустойчивостей желобкового типа в газодинамической ловушке. В настоящее время модель позволяет описывать неустойчивости, связанные с градиентами давления, плотности, температуры и скорости вращения плазмы, в том числе, и при конечном бета. В идеализированных условиях удаётся воспроизвести классические линейные МГД неустойчивости. Продемонстрирована работоспособность эффекта «вихревого удержания» при учёте вышеперечисленных факторов.

1. \*) [тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Mu/en/AF-Beklemishev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)