Бесстолкновительная динамика частиц в диамагнитной ловушке [[1]](#footnote-1)\*)

Черноштанов И.С.

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия, I.S.Chernoshtanov@inp.nsk.su

В докладе рассматриваются механизмы удержания и времена жизни частиц в осесимметричной открытой ловушке в режиме диамагнитного удержания. Данный режим подразумевает создание и поддержание в открытой ловушке плазмы с предельно высоким давлением, равным давлению удерживающего магнитного поля [1]. Это приводит к формированию области, занятой плотной горячей плазмой, из которой вытеснено магнитное поле (т.н. диамагнитный «пузырь»). Магнитогидродинамические модели [1, 2] предсказывают существенное увеличение времени удержания вещества и энергии в ловушке при переходе в режим диамагнитного удержания по сравнению с режимом газодинамической ловушки.

Для построения кинетических моделей, описывающих диамагнитное удержание, необходимо знать, как двигаются частицы в диамагнитной ловушке. В силу стационарности и осевой симметрии магнитного поля сохраняются энергия $ε$ и азимутальная компонента момента импульса $p\_{θ}$ частицы. Однако, из-за малой величины магнитного поля не сохраняется магнитный момент $μ=mV\_{⊥}^{2}/2B$, что существенно изменяет картину движения и может приводить к хаотической динамике большей части частиц.

В отсутствии столкновений и факторов, нарушающих стационарность и азимутальную симметрию, существуют два механизма, за счет которых частица может удерживаться в диамагнитной ловушке неограниченное время. Во-первых, частица может удерживаться при быстром вращении вокруг оси ловушки в направлении, согласованном с направлением циклотронного вращения (т.н. абсолютное удержание [3]). Критерий абсолютного удержания можно записать в виде $R\_{V}Ωp\_{θ}+ε<0$, где  есть пробочное отношение вакуумного магнитного поля, $Ω$ – циклотронная частота, посчитанная по вакуумному полю в центре. Во-вторых, при движении частицы в плавно меняющемся в продольном направлении магнитном поле может сохраняться радиальный адиабатический инвариант.

В докладе обсуждаются аналитические критерии адиабатичности движения в диамагнитной ловушке с гладким и гофрированным (из-за дискретной структуры магнитной системы ловушки) магнитным полем. Найдена аналитическая оценка для времени жизни пролетных частиц. Показано, что время удержания плазмы в диамагнитной ловушке в режиме газодинамического вытекания (время жизни пролетной частицы превышает время кулоновского рассеяния) как минимум в $a/ρ$ раз превышает время газодинамического вытекания из вакуумного магнитного поля, здесь  и  есть радиус диамагнитного «пузыря» и ионный ларморовский радиус, посчитанный по вакуумному магнитному полю.

Литература

1. A.D. Beklemishev, Phys. Plasmas, 2016, **23**, 082506
2. A.D. Beklemishev and M.S. Khristo, Plas. Fus. Res., 2019, **14**, 2403007
3. M.Y. Wang and G.H. Miley, Nucl. Fusion, 1979, **19**, 39
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Mu/en/AG-Chernoshtanov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)