Влияние низкочастотных колебаний на динамику ионов в винтовой магнитной пробке [[1]](#footnote-1)\*)

Черноштанов И.С.

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

Одним из методов подавления продольных потерь из открытых ловушек является использование винтовых магнитных пробок, предложенных в работе [1]. Идея метода заключается в том, что на плазму, помещенную в магнитное поле с винтовой симметрией и вращающуюся вокруг оси (из-за радиального электрического поля), действует сила, направленная вдоль магнитного поля. Винтовые пробки могут использоваться либо для активного подавления продольных потерь из открытых ловушек, либо для ускорения потоков плазмы. В рамках МГД-приближения предсказана экспоненциальная зависимость эффективности запирания потока плазмы от длины винтовой пробки [2]. Напряженность магнитного поля вдоль силовой линии модулирована с периодом, равным шагу винта; важную роль играет обмен импульсом между пролетными ионами и ионами, запертыми между максимумами магнитного поля.

На установке СМОЛа экспериментально продемонстрировано подавление потока плазмы, протекающего через винтовую пробку, в режимах плотной плазмой, когда длина свободного пробега иона сравнима с шагом винта и обмен импульсом между пролетными и запертыми ионами эффективно осуществляется за счет кулоновских столкновений [3]. В то же время, эффективность запирания не снижалась в режимах с пониженной концентрацией плазмы, когда длина свободного пробега (посчитанная по частоте кулоновских столкновений) превышала несколько шагов винта. В этих режимах наблюдалось возбуждение колебаний с частотой порядка нескольких килогерц, которые, по-видимому, и приводили к аномально малой длине свободного пробега ионов [4].

В настоящей работе численно и аналитически исследуется влияние низкочастотных колебаний на динамику ионов в винтовой пробке. Колебания представляются в виде стоячих волн, локализованных в винтовой пробке с длиной волны порядка длины пробки. Электростатический потенциал плазмы предполагается примерно квадратично возрастающим с радиусом; электрический дрейф приводит к вращению плазмы с не зависящей от радиуса частотой. Колебания с фазовой скоростью, близкой к скорости винтовых пробок во вращающейся системе отсчета, могут эффективно отбирать энергию у запертых ионов. С другой стороны, если скорость пробок близка к тепловой скорости протекающих ионов, колебания могут эффективно влиять на продольную скорость ионов. В докладе рассмотрена зависимость доли ионов с максвелловским распределением по скоростям, пролетевших через винтовую пробку, от величины винтовой компоненты магнитного поля, напряженности радиального электрического поля, структуры колебаний и частоты кулоновских столкновений.

Литература

1. A.D. Beklemishev. Fusion Sci. Technol. 2013, **63**, p. 355, doi: 10.13182/FST13-A16953
2. A.D. Beklemishev. AIP Conf. Proc. 2016, **1771**, p. 040006, doi: 10.1063/1.4964191
3. A.V. Sudnikov et. al. J. Plasma Phys. 2020, **86**, p. 905860515, doi: 10.1017/S0022377820001245
4. A.V. Sudnikov et. al. J. Plasma Phys., in press.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Mu/en/AS-Chernoshtanov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)