2D и 3D моделирование потоков нейтральных частиц из плазмы, регистрируемых кОрпускулярной диагностикой на стеллараторе Л-2М [[1]](#footnote-1)\*)

Мещеряков А.И., Вафин И.Ю., Гребенщиков С.Е., Гришина И.А.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия, [meshch@fpl.gpi.ru](mailto:meshch@fpl.gpi.ru)

На стеллараторе Л-2М проводится модернизация корпускулярной диагностики, измеряющей потоки нейтральных частиц из плазмы. Для корректной интерпретации спектров нейтралов плазмы, измеренных корпускулярной диагностикой, необходимо использовать радиальный профиль концентрации нейтралов и величину потока нейтралов из плазмы. Эти параметры можно получить, моделируя процессы проникновения в плазму нейтралов, летящих со стенки вакуумной камеры.

При моделировании проникновения в плазму нейтралов наиболее часто используется простая плоско-слоистая модель, в которой используются одномерные функции распределения нейтралов и ионов в пространстве скоростей [1]. Такое моделирование с одной пространственной координатой и одномерной функцией распределения по скоростям называют 2D моделированием. При использовании плоско-слоистой модели считается, что нейтралы перезарядки после столкновения могут лететь только вдоль одного направления – вперед или назад. Очевидно, эта картина далека от реальности. После перезарядки ионы могу приобретать скорость в любом направлении с равной вероятностью.

Более адекватно процессы перезарядки описываются моделью, в которой распределение нейтралов по скоростям после перезарядки является двумерным, а для описания плазмы используется одномерная цилиндрическая модель. Такое моделирование мы называем 3D моделированием. Авторам известно лишь небольшое количество работ, где проводится такое 3D моделирование, например, [2]. Возможно, это связано с тем, что при 3D моделировании расчеты существенно усложняются, хотя и обеспечивают более точное моделирование экспериментальных данных о потоке атомов перезарядки.

В данной работе проведено 2D моделирование потоков нейтральных частиц, по результатам которого установлено, что в стеллараторе Л-2М при средней плотности водородной плазмы, превышающей 8×1019 частиц в кубическом метре, возникает необходимость учета вклада рекомбинации в формирование распределения нейтралов по радиусу. При таких плотностях в центральных областях плазмы количество нейтралов, возникающих в результате радиационной рекомбинации, превышает количество нейтралов, образующихся в результате перезарядки.

В работе также проведено 3D моделирование потоков нейтральных частиц при тех же параметрах плазмы. Сравнение результатов 2D и 3D моделирования показало, что при 3D моделировании концентрация нейтралов перезарядки в центре плазменного шнура оказывается в 3,5 раза меньше, чем при 2D моделировании. По результатам более точного 3D моделирования оказалось, что необходимость учета вклада рекомбинации возникает уже при средних плотностях плазмы порядка 6.5×1019 частиц в кубическом метре.

Полученные результаты моделирования будут использоваться для интерпретации экспериментальных данных корпускулярной диагностики на стеллараторе Л-2М. В настоящий момент корпускулярная диагностика готова к работе: проведены необходимые калибровки энергетической ширины каналов и усилителей-дискриминаторов каналов.

Литература

1. [Ю.Н. Днестровский, Д.П. Костомаров // Математическое моделирование плазмы, М: Наука, 1993 г, стр. 236.
2. А.Б. Извозчиков, М. И. Петров // Физика плазмы 2, 212 (1976).

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/CW-Meshcheryakov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)