Обобщение баллистической модели на двумерное распределение по скоростям атомов при рециклинге изотопов водорода в токамаке [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Хуснутдинов Р.И., 1,2Кукушкин А.Б., 2Неверов В.С.

1НИЯУ МИФИ, Москва, Россия, [khusnutdinov\_ri@nrcki.ru](mailto:Khusnutdinov_RI@nrcki.ru),  
2НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

Разработано обобщение баллистической модели (БМ) [1-3] для функции распределения по скоростям (ФРС) нейтральных атомов водорода, одномерной по скорости и их координате, на случай двумерного распределения по скорости. Такое обобщение необходимо для использования БМ при интерпретации наблюдений излучения плазмы токамака в спектральных линиях атомов изотопов водорода на хордах наблюдения, направленных под косым углом (не перпендикулярно) относительно первой стенки вакуумной камеры, и развития синтетической диагностики Н-альфа в ИТЭР.

БМ [1-3] была разработана как простая, вычислительно эффективная модель, позволяющая рассчитывать ФРС атомов и молекул изотопов водорода в пристеночной плазме токамака путем итеративного решения кинетического уравнения для ФРС атомов и упрощенного решения кинетического уравнения для ФРС молекул. БМ учитывает проникновение медленных нейтралов со стенки в плазму с учетом диссоциации молекул на атомы и ионизации атомов и молекул, перезарядку медленных нейтральных атомов на быстрых ионах плазмы, а также упругое и неупругое отражение атомов от стенки, отражение ионов от стенки с их нейтрализацией, поступление молекул со стенки. Используя в качестве входных данных профили плотности и температуры ионов и электронов в пристеночном слое плазмы и температуру стенки, БМ в приближении плоского слоя позволяет в пристеночном слое получить ФРС нейтральных молекул и атомов. БМ верифицирована в [1, 3] путем сравнения с результатами численного моделирования методом Монте-Карло кодом EIRENE [4] для условий периферийной плазмы в ИТЭР, смоделированных кодом SOLPS4.3 [5].

Использование БМ позволит заменить моделирование кодом EIRENE [4] в диагностике Н-альфа, что намного ускорит решение обратной задачи восстановления плотности потока атомов и молекул со стенки путем подгонки спектров высокого разрешения линий Бальмер-альфа в синтетической Н-альфа диагностике для ИТЭР [6] и интерпретации экспериментов, например, при усовершенствования методики, использованной в [7] для ДЖЕТ. Однако БМ [1-3] применима только для хорд наблюдения, направленных ортогонально первой стенке. В БМ искомая двумерная по скорости ФРС предполагается симметричной по полярному углу зависит от проекций скорости на параллельное и перпендикулярное стенке направления.

Литература

1. Kadomtsev M.B., Kotov V., Lisitsa V.S. and Shurygin V.A. 2012 Proc. 39th EPS Conf. 16th Int. Congress on Plasma Physics (Stockholm, Sweden, 2–6 July 2012) p P4.093
2. Lisitsa V.S., Kadomtsev M.B., Kotov V., Neverov V.S. and Shurygin V.A. 2014 Atoms 2 195–206
3. A.B. Kukushkin et al. “Ballistic Model of recycling of atomic and molecular hydrogen between tokamak’s first wall and plasma and its comparison with EIRENE code modelling” *Plasma Phys. Contr. Fusion* 2020 (отправлено в редакцию)
4. D. Reiter, M. Baelmans, and P. Boerner, Fusion Sci. Tech., 2005, 47, 172-186.
5. A.S. Kukushkin et al. 2011 *Fusion Eng. Des.* **86** 2865
6. A.B. Kukushkin, V.S. Neverov, A.G. Alekseev, S.W. Lisgo, A.S. Kukushkin. Fusion Sci. Tech., 2016, 69 (3), 628-642.
7. V.S. Neverov et al 2017 Nucl. Fusion 57 016031

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/E/en/HM-Khusnutdinov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)