Квазиконтинуум вольфрама в термоядерной плазме: статистическая модель

1Демура А.В., 1Леонтьев Д.С., 1,2Лисица В.С., 1Шурыгин В.А.

1НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, leontievdmitiy@gmail.com 2Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия

Спектр излучения плазмы в современных термоядерных установках с магнитным удержанием, содержащими конструкционные элементы из вольфрама, представляет собой сложную структуру, состоящую из большого массива спектральных линий, принадлежащих ионам различной степени ионизации, образующего квазинепрерывный спектр – «квазиконтинуум». Детальные поуровневые вычисления распределения интенсивности в этих спектрах весьма трудоемки вследствие сложности атомной структуры многоэлектронных ионов вольфрама, приводящей к появлению громадного числа близких переходов [1]. В настоящей работе для описания квазиконтинуальных спектров вольфрама в термоядерной плазме применяется статистическая модель, которая позволяет найти усредненную огибающую многих линий в данном спектральном диапазоне. В этой модели отдельные переходы I → j квазиконтинуума описываются известными общими соотношениями

  (1)

где *Ni* – населенность возбужденного уровня, *ω* – частота перехода, *Aij* – излучательный коэффициент Эйнштейна в излучении, *fij*. сила осциллятора.

Статистический подход, в котором силы осцилляторов и энергия являются функционалами распределения электронной плотности иона, значительно упрощает расчет спектрального распределения радиационных потерь тяжелых многозарядных ионов вольфрама в горячей плазме. Наиболее простой вид распределения электронной плотности имеет аппроксимация Слэтера [2]

  (2)

где *A* – нормировочная константа для числа электронов на рассматриваемой оболочке, апостоянные *κ* и *γ* задают структуру волновой функции, определяющей распределение электронной плотности. Параметр *γ* определяется как корень из удвоенного потенциала ионизации, а параметр *κ* подбирался так, чтобы максимум функции согласовывался с максимальным экспериментальным пиком соответствующего иона.

На рисунке представлено сравнение экспериментальных измерений на стеллараторе LHD [1] с результатами теоретических расчетов настоящей работы. Рассматривался спектр радиационных потерь вольфрама при электронной температуре T = 3 кэВ. Как видно из рисунка, теоретическая кривая достаточно хорошо воспроизводит форму экспериментальной.

Литература

1. C. S. Harte, C. Suzuki, T. Kato et al.,J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 43 (2010) 205004.
2. Ю.В. Готт, Взаимодействие частиц с веществом в плазменных исследованиях, [Атомиздат](http://opac.mpei.ru/editeurs/view/id%3A1901/source%3Adefault), 1978.