

Излучение плазмы в сжатом слое перед плоской преградой в торцевом холловском ускорителе

Аношко И.А., Ермаченко В.С., Сандригайло Л.Е.

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
Белорусский национальный технический университет

Сжатый слой плазмы перед плоской преградой создавался торможением плазменных потоков, движущихся с гиперзвуковыми скоростями в торцевом холловском ускорителе. Преграда в виде полого медного цилиндра диаметром 120 мм располагалась соосно с плазменным потоком на расстояниях 130 и 160 мм от среза сопла ускорителя.

По спектрам свечения компонентов плазмы сжатого слоя спектроскопическим методом были найдены радиальные распределения температуры T_e и концентрации электронов n_e . Полученные значения T_e и n_e наряду с экспериментальными данными по составу плазмы и давлению позволяют определить мощность излучения сжатого слоя.

Мощность излучения атомов найдена по температуре заселения их энергетических состояний, мощность излучения ионов – по электронной температуре, практически совпадающей с температурой заселения. В сжатом слое плазмы давление по сравнению с его значением в свободной струе резко увеличивается, достигая значений $(5-6) \cdot 10^4$ Па. По этой причине при расчетах мощности излучения необходим учет возможного поглощения в спектральных линиях, преимущественно в резонансных.

Оценка поглощения проведена нами по результатам расчета оптической плотности $k_0 l$, где l – толщина сжатого слоя, k_0 – коэффициент поглощения в центре линий. Значения k_0 определяются концентрацией поглощающих частиц, формой контуров и параметрами уширения спектральных линий. Основными компонентами исследуемой плазмы являются атомы и ионы азота. При проведении подсчетов принималось, что концентрация ионов азота равна концентрации электронов, найденной экспериментально.

В результате расчетов оптической плотности установлено, что излучение сжатого слоя в рассматриваемом случае является оптически прозрачным для всех спектральных атомов и ионов азота и нерезонансных линий атомов азота. Излучение резонансных линий атомов по проведенным оценкам полностью поглощается в сжатом слое, вследствие чего не вышлется за пределы исследуемой плазмы и идет, по-видимому, на ее нагрев. С ростом величины разрядного тока (от 2200 до 3000 А) и удаленности от среза сопла доля поглощения в сжатом слое увеличивается и составляет $12 \div 27\%$ от суммарного излучения плазмы.