

Излучение щелочных элементов в низкотемпературной плазме

Сандригайло Л.Е., Аношко И.А., Ермаченко В.С., Роевкова О.А.
Белорусский национальный технический университет
Институт тепло- и массообмена им. Лыкова
Национальной академии наук Беларуси

Элементы с низким потенциалом ионизации входят в состав ракетных топлив, применяются в качестве присадок в МГД-генераторах, в том числе работающих на продуктах сгорания летательных аппаратов с реактивным двигателем. Эффективность их работы во многом определяется свойствами присадок, в качестве которых применяются в основном щелочные элементы. Излучение присадок в МГД-генераторах относится к числу радиационных потерь, уменьшающих генерацию электроэнергии.

В настоящей работе ставится задача рассчитать удельную мощность излучения $\epsilon(T)$ атомов щелочных элементов в интервале температур $(2-6)10^3$ К, характерных для режимов работы упомянутых установок. В отсутствие поглощения и в предположении ЛТР величины $\epsilon(T)$ найдены как суммы мощностей излучений отдельных линий в диапазоне длин волн от 0,2 до 2,0 мкм. В процессе подсчета величин $\epsilon(T)$ для элементов лития, натрия, калия, цезия учтено излучение около 500 спектральных линий.

Анализ полученных результатов обнаруживает сильную зависимость удельной мощности от температуры и от потенциала ионизации. Наибольшее отличие величин $\epsilon(T)/n$ разных элементов наблюдается при $T=(2-3)10^3$ К. С ростом температуры отличие уменьшается, а при приближении к $T=6000$ К указанные величины для щелочных элементов мало различаются между собой. Увеличение потенциала ионизации элементов приводит к заметному уменьшению величин $\epsilon(T)/n$ особенно в области низких температур.

Установлено также, что резонансные линии вносят основной вклад в суммарное излучение всех щелочных элементов. С ростом температуры и потенциала ионизации доля излучения резонансных линий заметно уменьшается. Ионизация элементов уменьшает концентрацию n излучающих атомов. Как следует из расчетов по формуле Саха, практически полная ионизация исследуемых атомов наблюдается в области температур от 3500 до 5000 К.

Таким образом мощности излучения исследуемых атомов растут с увеличением температуры, достигают максимальных значений в области $T=(2.5-3.0)10^3$ К. При дальнейшем росте T излучение атомов щелочных элементов резко падает и при $T>5000$ К полностью отсутствует.