

УДК 537.523: 533.924

Г.П.Горн (5 курс, каф. ЭиЭ), П.А.Семенов (5 курс, каф. ЭиЭ),
Нгуен Куок Ши, к. т. н., доц.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ СВОЙСТВ РАВНОВЕСНОЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

Одной из основных задач теоретического исследования плазменных процессов является определение локальных физических параметров плазмы и установление их связи с внешними энергетическими и геометрическими параметрами плазматрона. Как правило, в инженерных задачах требуется сформировать определенное распределение температур и течений плазмы, отвечающее специальным условиям практического использования. Это обычно достигается с помощью изменения силы тока, расхода плазмообразующего газа, режима работы генератора и геометрии плазматрона, то есть регулированием внешних параметров плазматрона. Существенного скачка в использовании плазмы можно достичь путем непосредственного управления плазменными потоками, для этого также нужно исследовать и определить локальные параметры плазмы. Эту задачу можно решить с помощью математического моделирования, когда для исследования реального объекта используются различные модели, описывающие физические процессы в плазме.

Для определения состава и свойств плазмы используется модель термодинамического равновесия, в которой пренебрегают влиянием электромагнитного поля на распределение различных компонент по скоростям и степени возбуждения, излучение оптически тонкое для области плазмы, где длина свободного пробега фотона больше характерного размера плазмы и т. д. Такая модель особенно полезна, когда требуется быстро получить качественную картину различных физических процессов, протекающих в плазме, а также проанализировать степень влияния внешних параметров на свойства плазмы и согласовать их с источником питания, определить оптимальную область регулирования плазматронов и т. д. Для данной модели считается, что плазма обычно находится в термодинамическом равновесии, это означает, что концентрацию частиц каждого сорта можно выразить через термодинамические параметры плазмы. В основе этой модели находится предположение о существовании локального термодинамического равновесия плазмы, равенство температур электронов и всех групп элементарных частиц плазмы ($T_e=T_i=T_a=T_m=T$) всегда выполняется. Здесь T_e , T_i , T_a , T_m обозначают температуры электронов, ионов, атомов и молекул (в случае молекулярного газа) соответственно. Широкое применение модели термически равновесной плазмы для расчета на практике объясняется следующими факторами: во многих плазматронах реализуется поток плотной плазмы атмосферного давления или близкой атмосферному, с высокой плотностью тока плазмы J и с большой концентрацией заряженных частиц n_e , n_i . В этом случае упругое соударение групп элементарных частиц происходит настолько эффективно, что разница в температуре различных групп частиц незначительна и предположение равенства температур всех групп частиц может быть оправдано. Для этой модели плазма часто рассматривается как сплошная среда, это означает, что средняя длина свободного пробега между столкновениями всех компонент плазмы намного меньше характерного пространственного масштаба макроскопических изменений и время между столкновениями намного меньше характерного временного масштаба макроскопических изменений и плазма обладает общей тепло- и электропроводностью, вязкостью, плотностью, теплоемкостью, энтальпией и т. д., которые как термодинамические функции зависят от температуры.

Основная цель исследования — на основании вышеизложенной модели определить с высокой точностью термодинамические, транспортные, оптические свойства равновесной плазмы.

Вывод. Рассчитаны основные свойства низкотемпературной плазмы с использованием вышеизложенной модели, на основании которых можно делать выводы о поведении плазмы в разных условиях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. - М.: Наука, 1987.
2. Моделирование и методы расчета физико-химических процессов в низкотемпературной плазме / Под ред. Л.Полака. - М.: Наука, 1974.
3. Физика и техника низкотемпературной плазмы / Под ред. С. В. Дресвина. - М.: Атомиздат, 1972.
4. Митчнер М., Кругер Ч. Частично ионизованные газы. - М.: Мир, 1976.