

**Рецензия на выпускную квалификационную работу аспирантки М.С. Романовой
«Определение равновесного состава понизованного газа в различных физических
условиях»**

Для решения многих технологических и научных задач необходимо знать равновесный состав ионизированных газов. Этой проблеме посвящено много работ и, казалось бы, ее можно считать решенной в принципе. Однако, в каждом конкретном случае приходится решать довольно сложные системы уравнений, т. к. к условиям сохранения массы и электрической нейтральности добавляются нелинейные уравнения Саха. Коды, которые используются в настоящее время для решения этих систем, не всегда позволяют проследить, как различные физические условия и особенности исследуемого газа влияют на степень его термической ионизации. Поэтому и в настоящее время развитие и использование новых эффективных методов расчета равновесного состава ионизированных газов остаются актуальными. Именно такой проблеме и посвящена выпускная квалификационная работа аспирантки М. С. Романовой.

В работе рассматривается газовая смесь, полученная в результате термической ионизации пространственно и химически однородного одноатомного газа в предположении столь сильного разрежения, что его можно считать идеальным даже после многократной ионизации. Равновесные состояния газа описываются с помощью функций распределения, которые максимизируют энтропию системы в условиях сохранения общего числа ядер и электронов. Равновесные концентрации, соответствующие этим функциям распределения, тождественно удовлетворяют уравнениям Саха. В результате уравнения сохранения ядер и электронов удается свести к одному алгебраическому уравнению. Этот результат является новым и достаточно важным. В случае, когда степень ионизации не выше двукратной, М. С. Романова получила аналитическое решение этого уравнения, которое определяет зависимость равновесных концентраций компонентов смеси от температуры и начальной плотности. В газе с ионизацией более высокого порядка это уравнение решалось методом Ньютона. Основной вывод, сделанный в работе, - во всех рассмотренных ситуациях относительные концентрации ионизированных фракций тем выше, чем ниже плотность газа.

Расчет равновесного состава смесей, получаемых в результате термической ионизации одного и того же элемента периодической системы с номером, большим 1, был осуществлен при разных предположениях. Например, равновесный состав гелия и азота вначале рассчитывался последовательно в предположениях, что в этих газах возможна лишь однократная ионизация, а затем - и двукратная ионизация. Далее равновесный состав азота рассчитывался с учетом трехкратной и четырехкратной ионизации. Сравнение полученных результатов позволило оценить интервалы температуры, внутри которых можно ограничиться рассмотрением только определенной степени ионизации газов разного сорта, имеющих определенную плотность. Такой подход может быть использован на практике при решении многих конкретных задач.

Замечания: в тексте работы имеется ряд опечаток. Несколько раз заново определяется число Лошмидта N_L .

Несмотря замечания, считаю, что выпускная квалификационная работа М. С. Романовой заслуживает оценки «отлично», т. к. работа содержит важные и интересные результаты.

Рецензент
заведующий лабораторией физической газодинамики
ФТИ им. А. Ф. Иоффе, д.ф.-м.н.

16.06.2016г.



В. И. Кузнецов