НАЧАЛЬНАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ В АКТИВНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАКЕТНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

Лосева Т.В.1,2,3, Голубь А.П.4, Косарев И.Б.1, Ляхов А.Н.1,2, Поклад Ю.В.1, Гаврилов Б.Г.1, Зецер Ю.И.1,2, Черменин А.В.2,3

1Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия, losseva@idg.chph.ras.ru
2Московский физико-технический институт (ГУ), Долгопрудный, Россия,
3Центр фундаментальных и прикладных исследований ВНИИА им. Н.Л. Духова,
 Москва, Россия
4Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

В 90-х годах прошлого века ИДГ РАН провел ряд активных геофизических ракетных экспериментов с инжекцией плазменных струй в ионосферу Земли. Целью этих экспериментов являлось исследование: процессов взаимодействия плазменных потоков с геомагнитным полем; процессов генерации ионосферных возмущений разных масштабов; свечения возмущенной области. Инжекция плазменных струй с известными параметрами позволяет верифицировать теоретические модели взаимодействия потоков плазмы со средой в максимально контролируемых условиях эксперимента, выгодно отличаясь от анализа данных мониторинга естественных процессов.

Задача интерпретации данных наблюдений требует определения параметров плазмы и ее оптических характеристик на начальной стадии инжекции. Решение этой задачи возможно только в радиационно-газодинамической постановке (РГД), так как тепловое излучение существенно влияет на динамику плазмы, а его часть, испускаемая на большие расстояния от струи, является одной из основных причин ионизации, возбуждения и генерации интенсивного свечения воздуха.

В настоящей работе представлена количественная оценка роли переноса излучения на начальной стадии инжекции алюминиевой струи в активном геофизическом ракетном эксперименте ФЛАКСУС в земной атмосфере на высоте 140 км [1]. Анализ лабораторных данных по инжекции алюминиевой струи в разреженный воздух различной плотности в специальной взрывной вакуумной камере позволил создать достаточно простую физико-математическую РГД модель, в рамках которой было проведено численное моделирование начальной стадии динамики высокоскоростной алюминиевой струи в натурных условиях. Модель учитывает РГД-процессы в веществе струи и в воздухе, распространение на большие расстояния теплового излучения, испущенного высокотемпературной плазмой. Возбуждение ионосферы под действием этого излучения оценивалось в рамках плазмохимической модели. Численное моделирование проводилось с использованием таблиц термодинамических и оптических характеристик алюминия, полученными в настоящих исследованиях, и известных ранее таблиц воздуха.

Сравнение данных наблюдений [1] по величинам плотности потока излучения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах показало хорошее согласие с данными расчетов. Показано, что учет переноса теплового излучения существенно влияет на параметры плазмы.

Литература.

1. Киселев Ю.Н., Гаврилов Б.Г., Зецер Ю.И., Поклад Ю.В., Рыбаков В.А Радиационные характеристики и динамика области взаимодействия высокоскоростной струи с ионосферой в геофизических ракетных экспериментах "FLUXUS" // Динамические процессы в геосферах под действием внешних и внутренних потоков энергии и вещества (геофизика сильных возмущений). Сб. научн. тр. М.: ИДГ РАН, 1998. С. 181‑190