ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛЕТА ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ В ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ *)

[1]Савенко Н.О., [2]Урвачев Е.М., [2]Лосева Т.В., [1]Грушин А.С., [2]Поклад Ю.В.

[1]Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН savenkonkt@gmail.com
[2]Институт динамики геосфер имени академика М.А. Садовского РАН

Ряд исследований астрофизических процессов как во Вселенной, так в лабораторных условиях, передовых термоядерных технологий, а также процессов в ионосфере Земли напрямую связаны с изучением таких образований как джеты (струи). Перспективным направлением в области изучения джетов является планирование активных геофизических ракетных экспериментов (АГРЭ) в экзосфере Земли [1]. Как планирование, так и обработка данных уже проведенных экспериментов, невозможно без построения физических и численных моделей наблюдаемых явлений.

Проведенные в 90-х годах XX века АГРЭ представляли собой инжекцию в окружающую среду высокоскоростных алюминиевых плазменных струй, полученных с помощью взрывных генераторов плазменной струи (ВГПС), разработанных в ИДГ РАН [2]. Моделирование эволюции такого плазменного образования на длительных временах требует учета множества факторов, в том числе определения исходного распределения параметров плазмы (сценария инжекции). Ранее сценарии инжекции восстанавливались лишь на основе одномерных сферически-симметричных радиационно-газодинамических расчетов без учета плазменных эффектов [3].

В докладе представлены многомерные физико-математические модели начальной стадии разлета алюминиевой плазменной струи в рамках реанализа лабораторного эксперимента. Проведено сравнительное моделирование с помощью ряда независимых численных методик. При моделировании использовались плазменные модели для уравнения состояния алюминия и окружающего воздуха с учетом отрыва температур электронов и ионов. Представленная методика может быть использована для оценки параметров получаемых струй для перспективных АГРЭ.

Численное моделирование проводилось с помощью двух программных комплексов MARPLE (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН) [4] и FRONT [5] на суперкомпьютерах К60 и К100 Центра коллективного пользования ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

Литература

[1]. Urvachev E.M. [et. al.]. Numerical Simulation of the Injection of High-Speed Plasma Jets into a Vacuum // Plasma Physics Reports. 2023. V. 49. P. 1300–1308. DOI: 10.1134/S1063780X23601426.

[2]. Зецер Ю.И., Поклад Ю.В. Активные эксперименты в ионосфере на высотах 140 – 360км. Реанализ результатов оптических наблюдений //Физика Земли. – 2021. – №. 5. – С. 184-201. DOI: 10.31857/S0002333721050227

[3]. Лосева Т.В. и др. Численное моделирование начальной стадии динамики высокоскоростной плазменной струи в активных геофизических ракетных экспериментах «Флаксус» и «Северная звезда» //Физика плазмы, 2022, том 48, № 10, с. 956-961, DOI:10.31857/S0367292122600583

[4]. Gasilov V.A. [et al]. MARPLE: software for multiphysics modelling in continuous media // Numerical Methods and Programming. 2023. V. 24(4). P. 316–338. DOI: 10.26089/NumMet.v24r423.

[5]. Glazyrin S.I. [et al.] On the effect of initial internal roughness in ICF targets on their compression //Physics of Plasmas. – 2024. – Т. 31. – №. 6. https://doi.org/10.1063/5.0203387

*) DOI – тезисы на английском