ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ДЖЕТОВ

В.И. Крауз

НИЦ "Курчатовский институт", г. Москва, Россия, krauz\_vi@nrcki.ru

Появление в последнее время мощных лазеров и Z-пинчей создало условия для интенсивного развития нового направления экспериментальной физики — лабораторного моделирования процессов, происходящих в экстремальных астрофизических условиях [1]. С помощью такого подхода, при соблюдении определенных законов подобия, можно получить ценную информацию о фундаментальных процессах во Вселенной, зачастую просто недоступных для прямого исследования в естественных условиях. В частности, это относится к одному из самых ярких и интригующих явлений во Вселенной — астрофизическим джетам. В лабораторных условиях удается получить джеты с рядом безразмерных параметров, таких как числа Маха, Рейнольдса, Пекле и др., аналогичных наблюдаемым в молодых звездных объектах. Существенный прогресс в понимании физики астрофизических джетов достигнут на Z-пинчевой установке MAGPIE (Imperial College, Лондон) [2], на которой выполнен большой цикл работ по моделированию различных механизмов генерации и коллимации джетов. В частности, посредством сжатия конических проволочных сборок с различным углом закрутки проволочек промоделирован эффект вращения, обнаруженный в джетах протозвезд, промоделировано взаимодействие высокоскоростных радиационно-охлаждаемых струй с окружающей средой и др. На лазерной установке в лаборатории LULI Ecole Polytechnique (Франция) показана существенная роль сильного полоидального поля в механизме формирования узконаправленных плазменных потоков, аналогичных джетам, наблюдаемым в протозвездах [3].

Установки типа "плазменный фокус" (ПФ), принцип действия которых основан на пинчевании нецилиндрической токонесущей плазменной оболочки на оси системы, известны как источники интенсивных плазменных потоков. Анализ параметров этих потоков показывает, что они также могут быть эффективно использованы для моделирования джетов молодых звездных объектов. В НИЦ "Курчатовский институт" начат цикл работ по моделированию распространения джетов в межзвездной среде [4]. Базовые эксперименты выполняются на установке ПФ-3. Получены первые результаты по определению формы и структуры плазменного потока, плотности и температуры, как самого потока, так и фоновой плазмы, распределения захваченных магнитных полей. Параллельно в СФТИ (Сухум) и ИФПИЛМ (Варшава) начаты эксперименты с импульсной инжекцией рабочего газа. Это позволяет создавать профилированные начальные распределения газа и, таким образом, эффективно управлять "контрастом" (отношением плотности джета к плотности фоновой плазмы). Ключевая проблема, на решение которой направлены исследования, заключается в определении физических механизмов коллимации астрофизических джетов. Эксперименты сопровождаются аналитическими и численными расчетами.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты 14-29-06085\_ОФИ\_М, 14-02-01203, 15-52-40009-Абх\_а, и 14-02-90427 Укр\_а).

Литература

1. Remington B.A., Drake R.P., and Ryutov D.D. Rev. Mod. Phys., 2006, 78, 755.
2. Albertazzi B., Ciardi A., Nakatsutsumi M., et al. Science, 2014, 346, 325.
3. Suzuki-Vidal F., Lebedev S.V., Ciardi A., et al. Journal of Physics: Conference Series, 2014, 511, 012050.
4. Krauz V., Myalton V., Vinogradov V., et al., Physica Scripta, 2014, T161, 014036.