

Эволюция вещества и вихревых структур при проникновении неоднородного облака в газовый слой

Научный руководитель – Котова Гвиана Юрьевна

Белогривов Никита Витальевич

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра аэромеханики и газовой динамики,
Москва, Россия

E-mail: nikita.belogrivov@math.msu.ru

Процессы взаимодействия плотных газовых слоев с изолированными неоднородностями играют ключевую роль в формировании новых структур в областях звездообразования. Особый интерес представляет возможность возникновения кумулятивных струй, которые могут служить индикаторами механизма звездообразования. В работе численно исследуется проникновение сферического уплотнения (облака) в ускоренно движущийся плоский слой идеального сжимаемого газа.

Рассматривается осесимметричное адиабатическое течение совершенного газа с показателем адиабаты, равным $5/3$. Задача решается в неинерциальной системе отсчета, связанной со слоем, что позволяет свести ускоренное движение к эффективному полю тяжести. Начальные распределения плотности и скорости в облаке задаются гауссовыми профилями. Для численного решения используется TVD-схема Лакса-Фридрихса второго порядка. Также вводится пассивная примесь, позволяющая отслеживать перераспределение вещества облака.

Для количественной оценки влияния сжимаемости вычислялось изменение объема вещества облака с течением времени. Установлено, что сжимаемость существенно влияет на динамику ядра, тогда как внешние слои ведут себя подобно несжимаемой жидкости. Определена масса вещества облака, попавшая в струю. Из проведенных расчетов следует, что максимальная доля вещества в струе может достигнуть 20%, что свидетельствует о значительном перераспределении массы вещества. Полученная оценка согласуется с качественными предсказаниями работ [1, 2] и уточняет количественные характеристики процесса.

Анализ поля азимутальной завихренности подтверждает, что вихревые структуры переносятся вместе с веществом: отрицательная завихренность концентрируется в ядре, а положительная – в струе.

Таким образом, предложенная численная модель позволила детально исследовать динамику вещества неоднородного облака при его взаимодействии с ускоряющимся слоем. Количественно определены степень сжатия ядра, доля вещества, уходящего в струю, и особенности эволюции вихревого поля. Полученные результаты важны для интерпретации наблюдений неоднородных структур в областях звездообразования и для понимания механизмов кумуляции в сжимаемой стратифицированной среде.

Источники и литература

- 1) Краснобаев К.В. Перераспределение массы при проникании неоднородного уплотнения в ускоренно движущийся газовый слой // Прикладная математика и механика. 2024. Т. 88. № 6. С. 828-838
- 2) Kotova G.Yu., Krasnobaev K.V. Hydrodynamic instabilities in the models of the formation of young stellar objects // Fluid Dyn. 2022. Vol. 57. Suppl. 1. P. 26–34.