математическая модель магнитного торнадо в солнечной плазме [[1]](#footnote-1)\*)

Гавриков М.Б., Таюрский А.А.

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия, [mbgavrikov@yandex.ru](mailto:mbgavrikov@yandex.ru), [tayurskiy2001@mail.ru](mailto:tayurskiy2001@mail.ru).

Под магнитным торнадо понимаются, как правило, вихревые высокоскоростные потоки проводящего электрический ток газа в электромагнитном поле. Такие потоки неоднократно наблюдались в солнечной плазме [1]. Есть основания считать [2], что магнитные торнадо, зарождающиеся в хромосфере Солнца, образуют канал для транспортировки энергии из нижних слоёв Солнца в солнечную корону и являются причиной её аномального разогрева, возникновения солнечных пятен и генерации солнечного ветра.

В докладе показано, что магнитные торнадо теоретически могут реализоваться как специального вида стационарные осесимметричные течения плазмы в магнитном поле с параболическим по радиусу распределением давления, обобщающие известные из гидродинамики течения Т. Кармана вязкой несжимаемой жидкости, вызванное вращением плоского бесконечного диска. Указанные течения являются точными решениями уравнений классической МГД Х. Альфвена и находятся посредством решения некоторых краевых задач на полупрямой для выведенных авторами *уравнений магнитного торнадо* [3], к которым на указанных течениях редуцируются уравнения классической МГД. Комплексификация уравнений магнитного торнадо и преобразования подобия позволяют свести их к нелинейной системе двух уравнений теплопроводности относительно комплексных “температур” и тем самым понизить размерность задачи.

Рассмотрены два класса решений уравнений магнитного торнадо, содержащих течения плазмы типа торнадо, исследование которых сводится к решению *уравнений торнадо* [4] в атмосферном воздухе и позволяет изучить взаимное влияние динамики плазмы и магнитного поля, приводящие к возникновению магнитного торнадо. Рассмотрен численный метод установления нахождения стационарных решений уравнений торнадо [4].

Проведённое исследование указанных двух классов течений даёт, с одной стороны, теоретическое доказательство существования наблюдаемых магнитных торнадо в солнечной плазме, а, с другой, – позволяет обнаружить ряд важных закономерностей взаимодействия магнитного поля с плазмой торнадо. Достоверность полученных результатов такая же как и уравнений классической МГД, применимость которых к анализу явлений в солнечной плазме общепринята.

Литература

1. Parker E. Nanoflares and the solar X-ray corona // Astrophys. J. 1988. V. 330. P. 474–479.
2. Sven Wedemeyer-Böhm, Eamon Scullion, Oskar Steiner, Luc Rouppe van der Voort, Jaime de la Cruz Rodriguez, Viktor Fedun, Robert Erdélyi. Magnetic tornadoes as energy channels into the solar corona // Nature. 2012. V. 486. P. 505–508.
3. Гавриков М.Б., Таюрский А.А. Математическая модель магнитного торнадо // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2020. № 42. 36 с.
4. Гавриков М.Б., Таюрский А.А. Простая математическая модель торнадо // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2019. № 42. 34 с.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Lt/en/EQ-Tayurskiy_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)