

Влияние меридиональной циркуляции на распространение динамо-волн

Попова Елена Петровна

студент

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: popovaelp@phys.msu.ru

Считается, что магнитное поле Солнца, звезд и планет создается механизмом динамо, схема работы которого была предложена в фундаментальной работе Паркера [1].

В рамках данной работы исследован вопрос о влиянии меридиональной циркуляции на эволюцию магнитного поля, генерируемого механизмом динамо, в рамках простейшего обобщения уравнений динамо Паркера.

Для построения асимптотического решения, использован подход, подобный известному методу ВКБ в квантовой механике [2]. Аналитические вычисления дополнены численными.

Оказалось, что умеренная меридиональная циркуляция не препятствует самовозбуждению магнитного поля механизмом динамо Паркера. Она изменяет период осцилляций. Если направление циркуляции противоположно направлению распространения динамо волны, то циркуляция удлиняет период волны.

Серьезной проблемой солнечного динамо является согласование длительности цикла солнечной активности с данными наблюдений. Стандартные оценки в рамках механизма Паркера приводят к циклам, которые в несколько раз короче наблюдаемого 11-летнего цикла солнечной активности [3]. С помощью меридиональной циркуляции можно сгладить это противоречие.

Направление распространения динамо-волны определяется знаком альфа-эффекта и радиального градиента угловой скорости. Для определенности можно положить, что динамо-волна дрейфует по направлению к экватору, как это и наблюдается на Солнце. Для этого нужно, чтобы произведение альфа-эффекта и градиента угловой скорости было отрицательным в северном полушарии Солнца. В то же время данные гелиосейсмологии вместе с простейшими представлениями о природе альфа-эффекта дают положительный знак данного произведения. Это противоречие можно попробовать разрешить с помощью меридиональной циркуляции.

Получено, что при достаточно сильной циркуляции динамо-волна останавливается, оставаясь сосредоточенной в зоне умеренных широт. Если же скорость распространения динамо волны за счет меридиональной циркуляции падает до нуля, то происходит радикальная перестройка динамо-волны, которая оказывается сосредоточенной в приполярных широтах. Если же направление циркуляции совпадает с направлением распространения динамо-волны, то радикальной перестройки магнитного поля не происходит и задача не выходит из области применимости динамо Паркера.

Однако, скорость роста магнитного поля постепенно падает с ростом скорости циркуляции и обращается в нуль при ее некотором критическом значении. Физическая причина этого явления связана с выносом магнитного поля из области наиболее интенсивной генерации.

В итоге исследования обнаружено наличие заметного диапазона скоростей циркуляции, к которому применимы представления модели Паркера, найдены оценки границ этого диапазона. Получены скорости роста и распространения динамо-волн и их пространственные конфигурации.

Литература

1. Parker E.N. (1955) *Astrophys. J.*, 122, 293.
2. Kuzanyan K.M., Sokoloff D.D (1995), *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.*, 81, 113.

3. Dikpati M., Gilman P. A. (2001) *ApJ*, 559, 428.