

ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОРОНАЛЬНЫХ ПЕТЕЛЬ

В лекции планируется осветить следующие вопросы:

- а) Общие свойства корональных петель.
- б) Уравнения магнитогидростатики.
- в) Потенциальная магнитная аркада как основа всей конфигурации.
- г) 2D корональная петля с трансляционной симметрией. Профили давления, плотности и температуры.
- д) 3D уединенная корональная петля. Приближение тонкой петли. Высотный профиль температуры для петли с сильным магнитным полем.

Корональные петли, как показывают изображения солнечной короны, получаемые современными космическими обсерваториями (TRACE, SOHO, SDO и др.) в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах, представляют собой основной долгоживущий структурный элемент солнечной короны, обладающий рядом специфических свойств, до сих пор не имеющих своего объяснения.

Одним из таких свойств является то, что зачастую (но не всегда) радиус корональных петель остается практически неизменным вдоль петли, то есть отсутствует характерное для локальных биполярных магнитных структур увеличение масштаба с высотой. Характерным свойством корональных петель является и то, что основания такой корональной петли обычно значительно более яркие, чем другие ее части, включая вершину.

Как правило, при теоретическом анализе корональных петель основное внимание уделяется проблеме их нагрева, анализируется уравнение теплопереноса, а проблема магнитогидростатического равновесия петли часто вообще не рассматривается, оно произвольно постулируется как очевидное для любой геометрической формы петли. Между тем проблема равновесия магнитных структур в плазме из-за нелинейного характера магнитной силы, наличия гравитации и кривизны магнитных силовых линий, а также из-за отсутствия в системе уединенных магнитных петель выраженной трансляционной или вращательной (осевой) симметрии весьма нетривиальна и

до сих пор не имеет решения. Вопрос о механическом равновесии магнитной корональной петли той или иной геометрической формы должен рассматриваться в первую очередь: при отсутствии равновесия система петель развалится и перестанет существовать в течение нескольких секунд, поскольку альвеновская скорость, с которой система релаксирует к равновесному состоянию, в корональных магнитных структурах очень высока, она составляет более 1 000 км/с.

В докладе-лекции изложена процедура построения модели 2D-петли и 3D уединенной корональной петли, вписанных в потенциальную магнитную аркаду, магнитная ось которой находится под фотосферой. Радиус сечения корональной петли остается практически неизменным вдоль ее длины. Показано, что для 2D петель, обладающих трансляционной симметрией вдоль оси магнитной аркады, существует точное магнитогидростатическое равновесие. В случае 3D уединенной петли магнитогидростатическое равновесие возможно лишь в приближении очень тонкой петли, в толстых петлях остается малая нескомпенсированная сила магнитного натяжения, которая приводит к их вытягиванию вверх и/или расщеплению на ряд тонких магнитных петель. Возможно, в этом и состоит механизм образования тонкой волокнистой структуры, наблюдаемой в корональных петлях.

Работа поддержана грантом РФФИ 15–12–20001 и Программой Президиума РАН П-7.