СВЯЗЬ ЯРКИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ТОЧЕК С СОЛНЕЧНЫМ ЦИКЛОМ И МЕХАНИЗМОМ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

И.М. Подгорный[1], А.И. Подгорный[2]

[1] Институт астрономии РАН, ул Пятницкая 48, Москва, 109017, podgorny@inasan.rssi.ru
[2] Физический институт им. Лебедева РАН, Ленинский проспект 53. Москва, 117924, podgorny@fiand.msk.su

Частота появления ярких рентгеновских точек антикоррелирует с числом Вольфа. Есть основания полагать, что яркие рентгеновские точки можно рассматривать как микровспышки, которые из-за слабых фотосферных возмущений в минимуме активности не могут развиться в настоящую вспышку. Яркая рентгеновская точка возникает в короне из-за локального нагрева плазмы. Механизм образования яркой точки должен включать источник локального нагрева плазмы и объяснять ее существование в течение многих часов. Ряд наблюдений указывает на появление яркой рентгеновской точки после всплывания слабого (эфемерного) магнитного потока. В таких условиях локальное выделение энергии может произойти в окрестности нейтральной линии при пересоединении старого и нового потоков, если их поля противоположно направлены. Однако, высокая теплопроводность плазмы короны должна привести к быстрому остыванию такого локального горячего образования. Быстрому остыванию может препятствовать конфигурация поля, при которой основной поток тепла должен распространяться поперек магнитного поля, т. к. теплопроводность плазмы поперек магнитного поля сильно ослаблена. Такая конфигурация магнитного поля существует в окрестности особой линии (рис. 1а).

Если возмущение достаточно слабое, и все магнитные линии всплывающего потока пересоединяются, то развитый токовый слой (как это имеет место при накоплении энергии для вспышки) не образуется, и заметного искажения магнитного поля не происходит. Эта конфигурация соответствует термоядерной ловушки с полем нарастающим к периферии. Такие ловушки получили название антипробкотронов (Podgorny and Sumarokov, 1960). В антипробкотронах уход тепла происходит только в узких щелях вдоль сепаратрисс. Сценарий развития и длительного существования яркой рентгеновской точки был численно промоделирован в МГД приближении для сжимаемой плазмы с учетом диссипативных членов и анизотропии теплопроводности плазмы в магнитном поле. Расчеты были выполнены с помощью программы ПЕРЕСВЕТ. Предварительные данные были опубликованы (Podgorny and Podgorny, 2000).

В данной работе начальное магнитное поле создавалось суперпозицией наклоненного к фотосфере на угол $\alpha = 30^o$ однородного поля и полей двух небольших пятен противоположной полярности рис. 1а. Возмущение на фотосфере создавалось увеличением поля на фотосфере на $\Delta B/B \sim 0.01$ за время 0.1 с.

Возмущение распространялось в виде алфвеновских и магнитозвуковых волн и фокусировалось в окрестности нулевой линии магнитного поля.

Линии магнитного поля и вектора скоростей показаны на рис. 1б и 1в для моментов времени 1.1, и 4.1. Скорости выражены в скоростях Альфвена, а время в альфвеновских временах. Единица альфвеновакого времени соответствует около 5 с. На рис. 1г видно, что возникает течение, типичное для пересоединения. В результате пересоединения происходил локальный нагрев плазмы (рис. 1д). Линии равной температуры представлены на рис 1е. Они располагаются вдоль линий магнитного поля.

Расчеты показали, что при слабых возмущениях сильный токовый слой не возникает, т. к. все приходящие линии поля успевают пересоединиться, а нагретая плазма длительно удерживается в ловушечной конфигурации благодаря низкой ее теплопроводности поперек магнитного поля. Рассмотрена также возможность связи рентгеновских точек с точками в видимой области спектра и роль рентгеновских точек в генерации космических лучей.

Литература

Podgorny I.M. and Sumarokov V.N., 1960, Nucl.Energy, Part C: Plasma Phys., 1, 236.

Podgorny A.I. and Podgorny I.M., 2000, Astron. Peports., 44. In press.

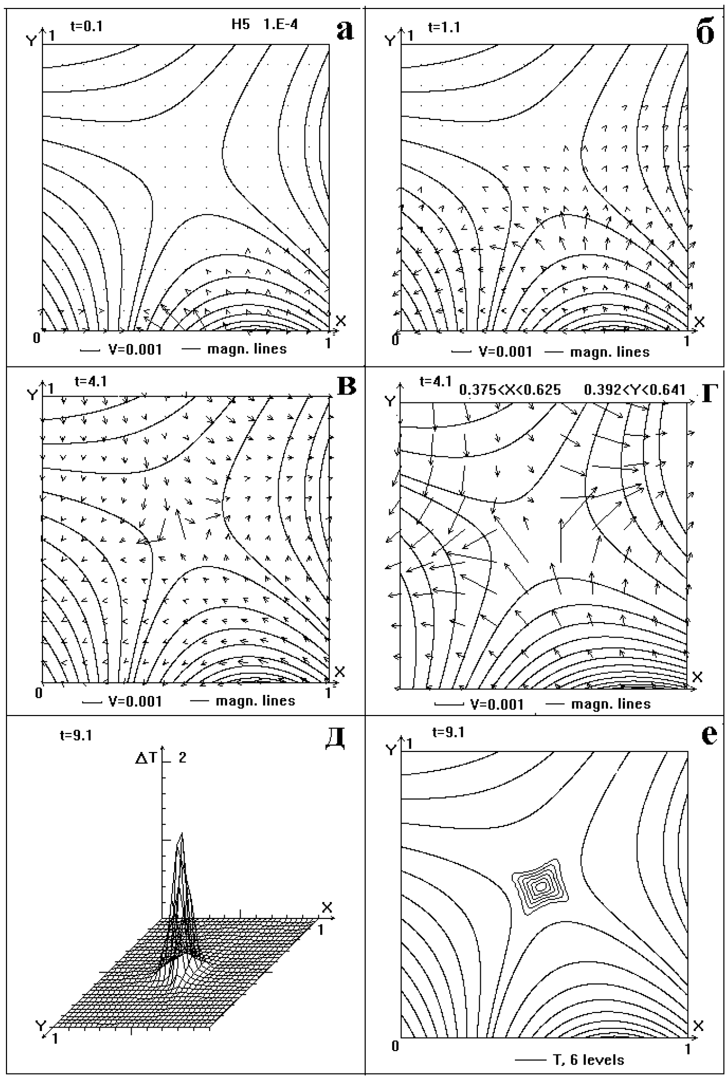

Рис.1. а), б), в) - распространение возмущений скорости к особой линии. г) - течение плазмы в окрестности особой линии в растянутом масштабе. д) - распределение температуры. е) - линии магнитного поля и конуры равных температур.