Развитие солнечной вспышки, вызванной всплыванием нового мощного магнитного потока.

А.И. Подгорный[1], **И.М. Подгорный**[2]

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

Ранее (Podgorny and Podgorny, 1992, 1998) методом трехмерного МГД моделированием был показан эффект аккумуляции энергии при образовании токового слоя за счет фокусировки в окрестности особой линии малых фотосферных возмущений. В определенных условиях токовый слой переходит в неустойчивое состояние, и в короне происходит вспышечное выделение энергии. Однако, имеется ряд наблюдений, указывающих, что сильная вспышка может возникнуть не в результате медленного накопления энергии, а вслед за всплыванием нового мощного магнитного потока в активной области (Ишков, 1999). Такой процесс был промоделирован численным решением системы трехмерных МГД уравнений с диссипативными членами для сжимаемой плазмы. Расчет был проведен с помощью модифицированной программы ПЕРЕСВЕТ.

Показано, что при всплывании нового потока, направление магнитных линий поля которого противоположно старым линиям поля, в активной области образуется токовый слой. В этом случае перед всплывания нового потока нейтральная линия может отсутствовать, но она возникает сразу после начала всплывания нового потока. В типичном случае, произвольного начального поля активной области чаще всего образуется вертикальный или почти вертикальный токовый слой. Результаты расчета представлены на рис. 1. Начальное магнитное поле представляло собой поле двух пятен противоположной направленности. Поле пятен аппроксимировалось вертикальными магнитными диполями, расположенными над фотосферой. На рис.1а показаны линии начального магнитного поля, внизу стрелки указывают положение диполей. Суперпозиция начального и всплывающего полей при отсутствии плазмы, а также положение диполей, задающих всплывающий поток, даны на рис. 1б. Рис 1в и 1г показывают результаты расчета в присутствии плазмы короны. При переходе такого слоя в неустойчивое состояние он распадается. Неустойчивое состояние возникает из-за уменьшения полной массы плазмы в слое, когда поток плазмы вдоль слоя становится большим втекания при пересоединении. При этом выброс плазмы за счет сил магнитного натяжения происходит вверх, т. е. такой выброс должен привести к эжекции сгустка плазмы из короны в межпланетное пространство (генерации транзиента). Начальная стадия выброса плазмы из слоя вверх видна на рис 1г.

Вдоль токового слоя генерируется электрическое поле Холла, вызывающее появление продольных токов, замыкающихся в хромосфере. Ускоренные в продольных токах электроны высыпаются в хромосферу и вызывают ее локальный

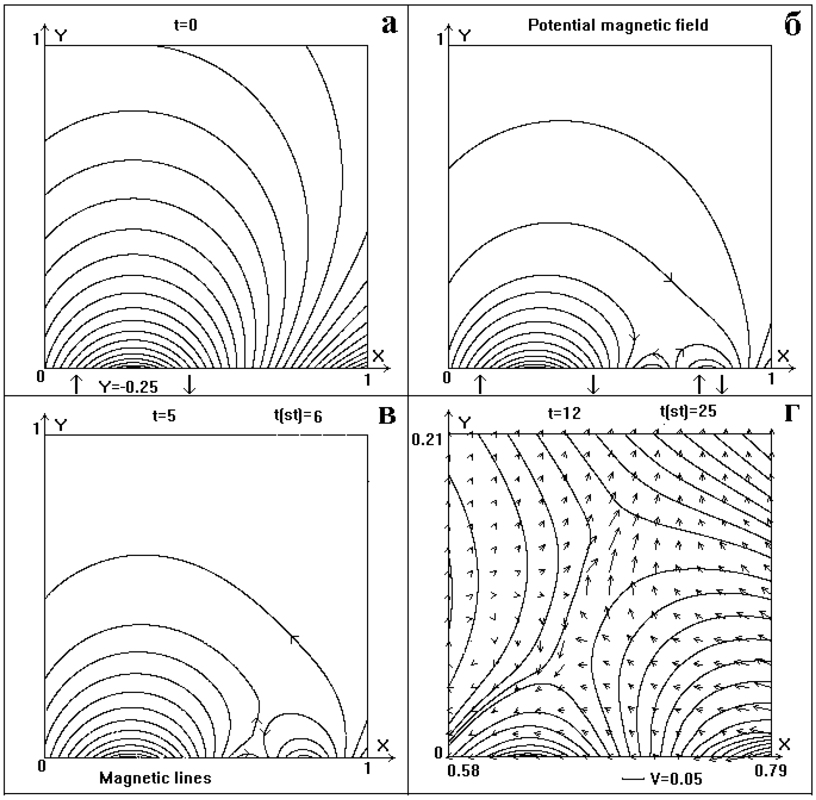

Рис.1. а) - начальное магнитное поле, созданное двумя пятнами. б) - потенциальное поле, полученное суперпозицией начального поля и возмущения в отсутствии плазмы. в) - возникновение токового слоя в короне при всплывании нового потока. г) - магнитные линии и вектора скорости в образовавшемся мощном токовом слое

нагрев, наблюдаемый в виде лент водородного свечения и центров рентгеновского излучения из хромосферы. При распаде токового слоя и быстром пересоединении приход новых пересоединяющихся линий поля, основания которых вморожены в фотосферу, приводит к удалению друг от друга лент свечения. Именно расхождение лент свечения H_α является характерной особенностью большинства вспышек. Одновременно, противоположно направленные пары продольных токов распространяются и вверх с альфвеновской скоростью. Эти токи являются токами уходящей вверх альфвеновской волны. Ускоренные в направленных вверх токах электроны могут вызвать радио излучение третьего типа.

Таким образом, численное МГД моделирование показало, что всплывание нового магнитного потока в активной области может вызвать образование токового слоя в активной области и вспышку при его распаде.

Литература

Podgorny A.I. and Podgorny I.M., 1992, Solar Phys., 139, 125.
Podgorny A.I. and Podgorny I.M., 1998, Solar Phys., 182, 159.
Ишков В. Н., 1999, Известия РАН, Серия Физ., 63, 2448.