ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ФОТОСФЕРЕ И ХРОМОСФЕРЕ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ X17.2/4B 28 ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА

Барановский Э.А.¹, Лозицкий В.Г.², Лозицкая Н.И.², Тарашчук В.П.¹

¹*Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия*

²*Астрономическая обсерватория Киевского национального университета им. Т. Шевченко, Киев, Украина*

THE INVESTIGATION OF MAGNETIC FIELDS AND THERMODYNAMICAL CONDITIONS AT PHOTOSPHERE AND CHROMOSPHERE IN X17.2/4B SOLAR FLARE

Baranovsky E.A.¹, Lozitsky V.G.², Lozitska N.I.², Tarashchuk V.P.¹

¹*Crimea Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimea, Russia*

²*Astronomical Observatory of the T. Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine*

The processes in the solar flare X17.2/4B 28 October 2003 are investigated by the spectral data observed by AO KNU for magnetic fields determinations and thermodynamic conditions in photosphere and chromosphere of solar flare. By the use of observed profiles of several photospheric lines the magnetic fields were determined. Non uniform structure of the flare composed of elements with different temperature, density and magnetic fields. Photospheric lines that were used had different factor Lande (from 0.01 to 3).

DOI: 10.31725/0552-5829-2018-47-50

Все солнечные вспышки имеют некоторые общие черты. Мощные вспышки случаются достаточно редко и отличаются только им присущими особенностями. Многие их параметры отличаются от параметров более умеренных вспышек. Вспышка 28.10.2003, третья по мощности среди всех ранее наблюдавшихся (в рентгене X17.2/4B), происходила во время значительного усиления солнечной активности. Хромосферные и фотосферные слои вспышки плохо исследованы из-за отсутствия достаточного количества оптических спектров этих слоев. Наблюдения вспышки 28 октября 2003 г. выполнялись на горизонтальном солнечном телескопе АО Киевского национального университета с эшелльным спектрографом с поляризационным устройством. Были получены спектры для нескольких моментов времени в разных узлах вспышки за 5–6 мин до максимума развития вспышки в 11h20m UT. Зеeman-спектрограммы в ортогональных круговых поляризация и стоксовские профили I+V позволили получить профили линий.

Анализ спектров показал необычный бальмеровский декремент – интенсивность линии H_{β} значительно больше интенсивности H_{α} .

Обычно отношение интенсивностей бальмеровских линий $I(H_\alpha)/I(H_\beta) > 1$, но в нашем случае $I(H_\beta)/I(H_\alpha) = 1.8$, что наблюдается очень редко. Обратное соотношение, когда $I(H_\alpha) < I(H_\beta)$, отмечено только у 4 вспышек в 1958, 1960, 1980 и 1990 гг. с $I(H_\alpha) > 2$, отношения $I(H_\beta) / I(H_\alpha)$ для этих вспышек была в пределах 1.1–1.37.

При расчете моделей подбирались параметры хромосферы – плотность, температуры T , скорости V_t , напряженности магнитного поля H . Его величина определяется как по разделению компонентов линий противоположной поляризации, так и по ширине профилей магнито чувствительных линий. Магнитное поле, определенное по магнитной линии Fe I 5250 Å в области вспышки оказалось необычным – неоднородным по величине и направлению. По расщеплению магнитных линий поле около 300 Гс, а по ширине магнитных линий величин поля 1000–1200 Гс. Это может указывать на неоднородность поля по величине и направлению. Моделирование привело также к выводу, что область вспышки состоит из холодных и горячих (до 10%) компонент.

Определенная неоднородная структура сделано на основании сравнения наблюдаемых и вычисленных профилей линий. Профили фотосферных линий выбраны с различной магнитной чувствительностью, описываемой фактором Ланде.

Для изучения магнитного поля вспышки мы рассмотрели несколько фотосферных линий. Три из них имеют очень низкую магнитную чувствительность (фактор Ланде около 0.01). Одна из этих линий (Fe I 5434 Å) показала небольшую эмиссию и небольшое магнитное расщепление. Две другие немагнитные линии (Fe I 5576 Å и 5123 Å) не имеют при этом ни эмиссии, ни расщепления. Мы рассчитали модель фотосферы, которая дает согласие вычисленного и наблюдаемого профилей для линии 5434 Å и не дает эмиссию и расщепление для вычисленных профилей линий 5576 Å и 5123 Å. Таким образом, рассчитанная модель дает согласие профилей для трех линий с фактором Ланде порядка 0.01. При этом величина магнитного поля в верхней фотосфере достигает до 60 тысяч Гаусс. На рисунке 1 приведен результат модельного расчета температуры в нижней фотосфере.

У этой вспышки обнаружена необычная особенность. Расчеты и моделирование показывают присутствие очень большого магнитного поля. У линии Fe 5434 Å обнаружено магнитное расщепление, а Фактор Ланде для нее равен всего 0.01, то такому расщеплению должно соответствовать большое магнитное поле (порядка десятков килогаусс – кГс). При этом величина магнитных полей в верхней фотосфере показывает неоднородность поля и находится в пределах от нескольких тысяч Гс до десятков тысяч Гс. В то же время две другие немагнитные линии Fe I 5576.097 Å и Fe I 5123.72 Å (факторы Ланде -0.012 и -0.013) не показывают эмиссии и расщепление. Наше моделирование согласуются с этим результатом. Наши расчеты для линии Fe 5250 Å показывает согласование с наблюдениями.

Рис. 1. Результат модельного расчета температуры и поля в фотосфере. Ход температуры T с изменением оптической глубины τ .

На рис. 2 приведены рисунки профилей линии Fe I 5434.52 Å с фактором Ланде, равным -0.014. Была рассчитана модель, в которой получено расщепление, очень близкое по величине к тому, что наблюдалось.

Рис. 2. Наблюдаемые (кривые 1, 2) и вычисленные (кривые 3, 4) профили линии 5434 Å с параметрами Стокса во вспышке. Кривые с заполненными и пустыми значками обозначают разные знаки поляризации.

Особенность вспышки заключается в том, что большое магнитное поле сосредоточено в тонком поверхностном слое фотосферы. Температурный пик также сосредоточен в этом слое.

Полученные результаты могут указывать на сложную структуру вспышечных слоев, отличающихся не только параметрами, но и величинами магнитных полей. Они могут иметь очень большие величины, но суще-

ствуют, вероятно, очень недолго по сравнению с обычно наблюдаемыми. Возможно, что для объяснения свойств вспышек потребуется 4-х компонентная структура магнитного поля.