

О МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗВЕЗДЫ $\theta^1 \text{Ori C}$

Г.А.ЧУНТОНОВ

Поступила 6 сентября 2006

Принята к печати 22 ноября 2006

У звезды $\theta^1 \text{Ori C}$ по линиям поглощения C IV $\lambda 5801\text{\AA}$ и $\lambda 5812\text{\AA}$ в восьми точках периода измерено продольное магнитное поле. Экстремальное значение составило $+231 \pm 47$ Гс. Измерения проводились на Основном звездном спектрографе БТА с использованием анализатора круговой поляризации с резателем изображений и в режиме back-and-forth.

Ключевые слова: *звезды: магнитное поле - объект: $\theta^1 \text{Ori C}$*

1. *Введение.* Звезда $\theta^1 \text{Ori C}$ (HD 37022) - самая яркая ($m_v = 5.1$) в Трапедии Ориона. Ее возраст оценивается в 200000 лет [1]. Она находится на ZAMS (Начальная Главная последовательность), является основным источником ионизации туманности Ориона. Кратность звезды не менее 3 [2]. Ее спектр может быть сложен из спектров звезд классов O7, K7 и холодного объекта. Объект спектрального класса K7 имеет характеристики: $M_2 = 15 M_\odot$, $R_2 = 16.2 R_\odot$. Холодный объект: $R_3 = 10700 R_\odot$, $T_3 = 190$ К.

Как следует из обзора, параметры главной звезды по данным разных авторов значительно отличаются [2]: спектральный класс от O4 до O7, $v \sin i = 43 - 98$ км/с, $T_{\text{eff}} = 37200 - 45000$ К, $\log g = 4.38$, микротурбулентная скорость - 16 км/с, $R_2 = (7.4 - 8.2) R_\odot$, масса от 20 до $44 M_\odot$, $M_v = 4.0$. Расстояние - 450 пк. Химический состав: He, C, O, Si, Fe, Ni, Zn - дефицит, Ne - избыток; N, P, S, Mn - солнечное содержание. Период вращения - 15.426 суток [3]. В работе [4] обнаружен спутник на расстоянии 0".033. Минимальный период его обращения составляет по оценкам 8 лет. Вальборн [5] обнаружил в спектре $\theta^1 \text{Ori C}$ периодические изменения широкой эмиссионной линии H α , а детальные исследования выявили, что многие эмиссионные и фотосферные абсорбционные линии изменяются с одним и тем же периодом, составляющим 15.426 ± 0.002 суток. Строго периодическое изменение линий позволяет считать, что возможен случай магнитного ротатора. Звезда показывает переменность блеска с амплитудой 0^m.06 [6]. Ганье и др. [7] обнаружили, что рентгеновский поток от звезды изменяется с периодом около 16 суток. Для объяснения этого явления Бабел и Монмерл

[8] предложили модель наклонного ротатора с магнитным полем на поверхности $B_p = 300$ Гс. С 1966г. (см., например, Кудрявцев и др., [9]) предпринимались безуспешные попытки обнаружить магнитное поле у этой звезды. Трудность обнаружения заключается в малом числе подходящих для измерений спектральных линий. В 1999-2000гг. на Англо-Австралийской обсерватории Донати и др. [10] зарегистрировали магнитное поле. Ими сообщается об обнаружении периодически изменяющегося продольного магнитного поля величиной около 300 Гс с периодом, совпадающим с периодом изменения спектральных линий. Оценки поверхностного поля дали значение около 1 кГс. Авторы приводят параметры наклонного ротатора: наклон оси магнитного диполя к оси вращения звезды - $42^\circ \pm 6^\circ$ и угол наклона оси вращения звезды к наблюдателю - около 45° .

В работе Смита и Фуллертона [11] делается ревизия представлений о модели звезды. В то время как в последних работах внимание фокусируется на полном профиле ультрафиолетовых CIV и NV резонансных линий, авторы анализируют синие и красные крылья этих линий. На основе этого анализа поведения резонансных спектральных линий построена модель звезды, по которой магнитные силовые линии разрываются на некотором расстоянии от звезды. Компонента звездного ветра показывает абсорбцию, сдвинутую в синюю часть спектра. Геометрия внутренних частей более сложная. Частицы звездного ветра двигаются от полюсов вдоль силовых линий и сталкиваются на магнитном экваторе. При столкновении происходит высвечивание, и частицы падают на звезду вдоль силовых линий. Высокая температура этих падающих конденсаций вызывает эмиссию, сдвинутую в красную область.

2. Наблюдения. Наблюдения проводились на Основном звездном спектрографе БТА с использованием анализатора круговой поляризации и двойным слайсером [12] и в режиме back-and-forth [13]. В анализаторе вместо обычно используемого поляризующего лучеразводящего элемента из исландского шпата применен дихроичный поляризатор, представляющий собой две склеенные стеклянные призмы, на диагональную грань которых нанесено многослойное диэлектрическое покрытие. Поляризатор в отличие от элемента из исландского шпата не вызывает дисперсии (окраски пучка вдоль щели спектрографа). Кроме того, он хорошо согласуется с двойным резателем изображений. Резатели изображений дают по 7 срезов для каждой поляризации высотой 5 угл. с, что повышает эффективность измерений в 2-5 раз. Установленная перед поляризатором диафрагма не позволяет переналагаться зеемановским спектрам. Делается несколько экспозиций, каждый раз с поворотом четвертьволновой фазовой пластинки. Сдвиги спектров определяются по последовательным парам

кадров, усредняется и определяется ошибка измерений.

На рис.1 приведен фрагмент зеемановского спектра звезды θ^1 Ori C, полученного с анализатором и двойным слайсером. Верхние 7 спектров - в одной круговой поляризации, нижние 7 спектров - в другой (ортогональной) поляризации.

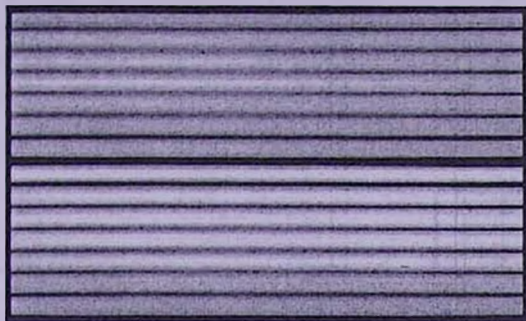


Рис.1. Фрагмент зеемановского спектра звезды θ^1 Ori C в области линий CIV $\lambda 5801\text{\AA}$, $\lambda 5812\text{\AA}$.

На рис.2 приведены фрагменты спектров в трех фазах вращения сверху вниз: 0.92; 0.13 и 0.25. На них заметны изменения формы линий поглощения и интенсивности эмиссионной детали у линии He5876.

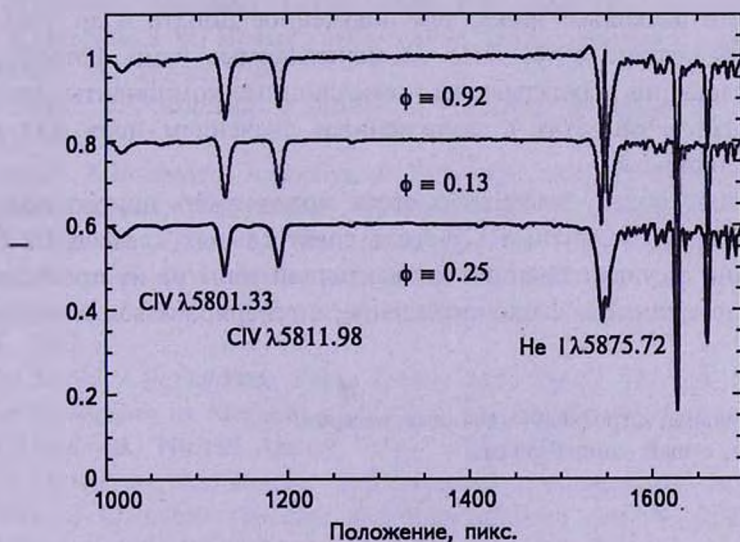


Рис.2. Фрагменты спектров звезды θ^1 Ori C в трех фазах вращения.

Данные измерений магнитного поля и ошибки нанесены на рис.3. Магнитное поле достигает максимального значения 231 Гс в фазе 0.879 и минимального значения -72 Гс в фазе 0.57. Заполненным квадратиком

отмечено наблюдение в режиме back-and-forth. Заполненным кружочком - наблюдения Багнуло и др. [14].

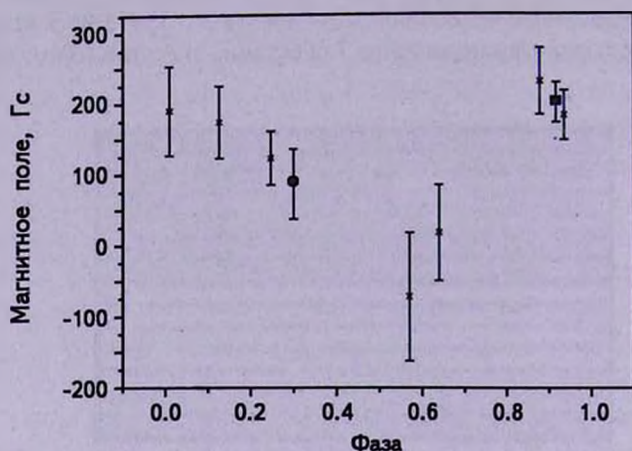


Рис.3. Изменение магнитного поля у звезды $\theta^1 \text{Ori C}$ с фазой вращения.

3. **Заключение.** Таким образом, по линиям CIV $\lambda 5801$ и $\lambda 5812$ на телескопе БТА в 2004-2005гг. измерено магнитное поле у звезды $\theta^1 \text{Ori C}$. Вблизи фазы 0 поле составило +190 Гс. Наши измерения подтверждают наличие на звезде магнитного поля, однако амплитудное значение его несколько ниже, чем полученное Донати и др. [10]. Это может быть связано с тем, что на используемые нами фотосферные линии поглощения накладываются эмиссионные компоненты, которые формируются в областях с пониженным значением поля или поля другой полярности.

Магнитное поле у массивных звезд может иметь другую природу, чем у типичных магнитных CP-звезд спектральных классов B2-F0, и быть связано с существованием конвективной зоны на их поверхности, т.е. иметь не реликтовое происхождение, а генерироваться механизмом динамо.

Специальная астрофизическая обсерватория,
Россия, e-mail: chunt@sao.ru

ABOUT A MAGNETIC FIELD OF θ^1 Ori C

G.A.CHUNTONOV

Longitudinal magnetic field for θ^1 Ori C has been measured in eight points inside the period by absorption lines CIV $\lambda 5801\text{\AA}$ and $\lambda 5812\text{\AA}$. The extremal value proved to be $+231 \pm 47$ G. Measurements were carried out on the Main Stellar Spectrograph of the 6-meter Telescope using the circular polarization analyzer with slicers and the back-and-forth mode.

Key words: *stars: magnetic field - individual: θ^1 Ori C*

ЛИТЕРАТУРА

1. I.D.Howarth, R.K.Prinja, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **69**, 527, 1989.
2. Э.А.Вутриченко, Трапеция Ориона, М., Наука, 2004, стр.304.
3. O.Stahl, A.Kaufer, Th.Rivinius et al., *Astron. Astrophys.*, **312**, 539, 1996.
4. G.Weigelt, Yu.Balega, T.Preibisch et. al., *Astron. Astrophys.*, **347**, L15, 1999.
5. N.R.Walborn, *Astrophys. J. Lett.*, **243**, L37, 1981.
6. Б.В.Кукаркин и др., Новый каталог звезд, заподозренных в переменности блеска, М., Наука, 1982.
7. M.Gagne, J.-P.Caillault, J.Stauffer, J.L.Linsky, *Astrophys. J. Lett.*, **478**, L87, 1997.
8. J.Babel, T.Montmerle, *Astrophys. J. Lett.*, **485**, L29, 1997.
9. D.O.Kudryavtsev, N.E.Piskunov, I.I.Romanyuk, G.A.Chountonov, V.G.Shtol, in: *Magnetic Fields of Chemically Peculiar and Related Stars*, eds. Yu.V.Glagolevskij, I.I.Romanyuk, М., 2000, p.64.
10. J-F.Donati, J.Babel, T.J.Harries et al., *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **333**, 55, 2002.
11. M.A.Smith, A.W.Fullerton, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, **117**, 13, 2005.
12. G.A.Chountonov, in: *Magnetic stars*, eds. Yu.V. Glagolevskij, D.O.Kudryavtsev, I.I.Romanyuk. Nizhnij Arkhyz, 2004, стр.286.
13. G.A.Chountonov, V.A.Murzin, N.G.Ivashenko, I.V.Afanasieva, in: *Magnetic Fields of Chemically Peculiar and Related Stars.*, eds. Yu.V.Glagolevskij, I.I.Romanyuk, М., 2000, стр.249.
14. S.Bagnulo, J.D.Landstreet, E.Mason et al., *Astron. Astrophys.*, **450**, 777, 2006.