

Переменность околозвездного вещества у звезды MWC 614

У.З. Баширова, А.Н. Адыгезалзаде,* Н.З. Исмаилов

*Шамахинская Астрофизическая Обсерватория имени Н. Туси Национальной Академии Наук Азербайджана
Пиркули, Азербайджан*

(Статья поступила 02.08.2017; Подписана в печать 23.11.2017)

В работе приводятся результаты спектральных наблюдений звезды типа Ae/Be Хербига MWC 614, выполненные на 2-м телескопе ШАО. Обнаружена квазициклическая переменность лучевых скоростей и эквивалентных ширин эмиссионной компоненты линии $H\alpha$ с характерным временем 10–12 дней. Профиль эмиссионной линии $H\alpha$ показывает примерно за 20 дней одновременное появление и исчезновение дополнительных синих и красных эмиссионных компонент. По изменению профилей разных линий мы пришли к выводу о том, что в разные даты у звезды наблюдается аккреция и истечение вещества, что вероятно является одним из основных индикаторов существования магнитосферы у этой молодой звезды.

PACS: 97.30.-b, 97.10.Cv

УДК: 524.4, 524.3

Ключевые слова: звезда MWC 614, спектральные наблюдения, магнитосфера звезды

ВВЕДЕНИЕ

Звезды типа Ae/Be Хербига (HAeBe) находятся на стадии эволюции до Главной последовательности (ГП), имеют массы в пределах $2-10 M_{\odot}$ и считаются прародителями звезд типа Веги, которые окружены с остаточным протопланетным диском. Спектральный мониторинг отдельных объектов показал, что в спектрах этих звезд наблюдаются переменные эмиссионные и абсорбционные линии (например, [1–4]). Эти же признаки характерны и классическим звездам типа Т Тельца (CTTS) (например, [5, 6] и ссылки в них). Известно, что эмиссионные линии, а также некоторые абсорбционные линии формируются в околозвездном диске или оболочке звезды. Такой околозвездный материал часто может участвовать в аккреции, полярных истечениях, ветрах и в других формах взаимодействия диска с центральной звездой. Слежение за изменением наблюдаемых спектральных линий позволяет выполнить диагностику физических процессов, которые происходят в звездной атмосфере и в околозвездном пространстве. У молодых звезд эти процессы могут непосредственно повлиять на образования планет и на их эволюцию. Следовательно, одно из важных проблем в исследовании ранней стадии эволюции звезд является исследование характеристик околозвездной структуры и процессы взаимодействия центральной звезды с окружающим ее веществом.

MWC 614 (HD 179218, Sp A2) является изолированной звездой типа Ae/Be Хербига. Несмотря на то, что звезда является относительно яркой по сравнению с другими HAeBe звездами, она изучена слабо. Только после включения звезду в каталог [7] она стало предметом активных исследований. Околозвездное окружение звезды было изучено IR фотометрией и спекл-интерферометрией [8, 9], которые не выяви-

ли тесно расположенных компонентов. Спектральные исследования звезды были выполнены Мирошниченко и др. [10] и более детально, Козловой [11].

Целью настоящей работы является проведение мониторинга спектральной переменности звезды по спектральным линиям, наблюдаемым в видимом диапазоне спектра.

1. НАБЛЮДЕНИЯ

Спектральные наблюдения звезды были выполнены в интервале времени май–сентябрь 2015 г. в фокусе Кассегрена 2-м телескопа ШАО НАН Азербайджана. Применялся эшелле-спектрометр, работающий на базе спектрографа UAGS [12]. В качестве светоприемника использовалась ПЗС матрица с 530×580 элементами. Наблюдения были выполнены в диапазоне λ 4700–6700 Å. Спектральное разрешение составляет $R = 14000$. Уровень сигнала к шуму в области линии $H\alpha$ в среднем составляла $S/N = 80 - 100$, а в области линии $H\beta$ — $S/N = 30 - 40$. О методе наблюдений и обработки материала более подробно излагается в работе [12].

В табл.1 приводится журнал наблюдений, где по столбцам приведены соответственно, название спектра, дата и время (UT), t – время накопления сигнала и отношение сигнала шуму в области линии $H\alpha$. В каждую ночь были получены спектры стандартной звезды HR 7300 для контроля стабильности аппаратуры и позиционных измерений. По всем спектрам звезд были измерены эквивалентные ширины (W) и лучевые скорости (RV) линий $H\alpha$, $H\beta$, HeI λ 5876 Å, D1, D2 NaI, SiII λ 6347, 6371 Å, [OI] λ 6300, 6363 Å и межзвездных полос DIBs) λ 5780 и 5797 Å.

Ошибка в измерении интенсивности в зависимости от уровня S/N составляла 0.5-1% в области линии $H\alpha$ и до 2-4% в области линии $H\beta$. Предельное значение эквивалентной ширины, которую можно измерить с разбросом 3σ составляет 0.03 Å. Средняя ошибка из-

*E-mail: adigozalzade@rambler.ru

Таблица I: Журнал наблюдений звезды MWC 614

Спектр	Дата	UT	t, c	S/N
ks 6096-97	31.05.2015	19:32	1800	94
ks 6103-04	02.06.2015	20:16	1800	89
ks 6113-14	04.06.2015	19:17	1800	103
ks 6150-51	08.06.2015	19:18	2100	90
ks 6154-55	08.06.2015	21:18	2100	93
ks 6204-05	16.06.2015	18:26	2000	89
ks 6220-21	17.06.2015	19:15	1800	99
ks 6233-34	18.06.2015	18:37	1800	91
ks 6275-76	20.06.2015	19:37	1800	97
ks 6286-87	21.06.2015	18:15	1800	91
ks 6328-29	24.06.2015	18:34	1500	96
ks 6343-44	27.06.2015	19:30	1800	98
ks 6369-70	29.06.2015	18:24	1500	87
ks 6387-88	30.06.2015	19:18	1500	98
ks 6424-25	09.07.2015	19:44	1500	99
ks 6437-38	10.07.2015	19:52	1500	98
ks 6448	11.07.2015	18:40	1500	90
ks 6449	11.07.2015	19:06	1500	87
ks 6460	12.07.2015	19:03	1500	86
ks 6491	23.07.2015	19:32	600	97
ks 6528-29	26.07.2015	18:13	1500	94
ks 6585-86	29.07.2015	18:18	1500	98
ks 6602-03	30.07.2015	18:55	1500	101
ks 6614-15	31.07.2015	18:26	1500	100
ks 6635-36	01.08.2015	19:27	1500	102
ks 6716-17	09.08.2015	17:53	1800	99
ks 6815-16	16.08.2015	18:31	1500	109
ks 6831-32	18.08.2015	18:17	1800	108

мерений лучевых скоростей по отдельным спектральным линиям в спектрах звезды-стандарта HR 7300 не превышает $\pm 1.5\text{--}2.5$ км/с.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 1 приводятся отдельные участки спектрограммы звезды. Линия $H\beta$ имеет широкий абсорбционный профиль, на оба крылья которой накладывается слабая эмиссия. Такая структура меняется от ночи к ночи. На рис. 1 также приводится область линий $\text{HeI } \lambda 5876 \text{ \AA}$ и D1, D2 NaI . Как видно, линия гелия имеет абсорбционный профиль со слабой эмиссией на красном крыле линии. А у линий дублета NaI D мы имеем эмиссионный пик на синем крыле, что является признаком аккреции вещества на звезду. Интересно, что по данным [11] профили этих же линий имеют эмиссионный компонент на красном крыле. Это свидетельствует о том, что в этих линиях наблюдается как

истечение вещества, так и ее аккреция, что является одним из индикаторов о наличии магнитосферной аккреции.

Профили линий $\text{Si II } \lambda 6347, 6371 \text{ \AA}$ наблюдаются в абсорбции. В слабом виде наблюдаются запрещенные линии $[\text{OI}] \lambda 6300, 6363 \text{ \AA}$. Полосы межзвездного происхождения практически не показали значительных изменений. Линия $\text{H}\alpha$ имеет слабую эмиссию, которая накладывается на ядро линии с широкими крыльями (рис. 1). Часто на красном крыле этой эмиссионной линии наблюдается асимметрия, по-видимому, связанная с появлением дополнительного эмиссионного компонента, о чем было сообщено в работе [10].

На рис. 2 показано изменение профиля линии $\text{H}\alpha$. При наложении друг на друга всех профилей линии $\text{H}\alpha$, для данной длины волны среднеквадратичное отклонение от среднего по интенсивности показывает наличие изменений, как в синем, так и в красном крыльях профиля линии $\text{H}\alpha$. Этот результат также прослеживается и на правой панели рис. 2, где приведено

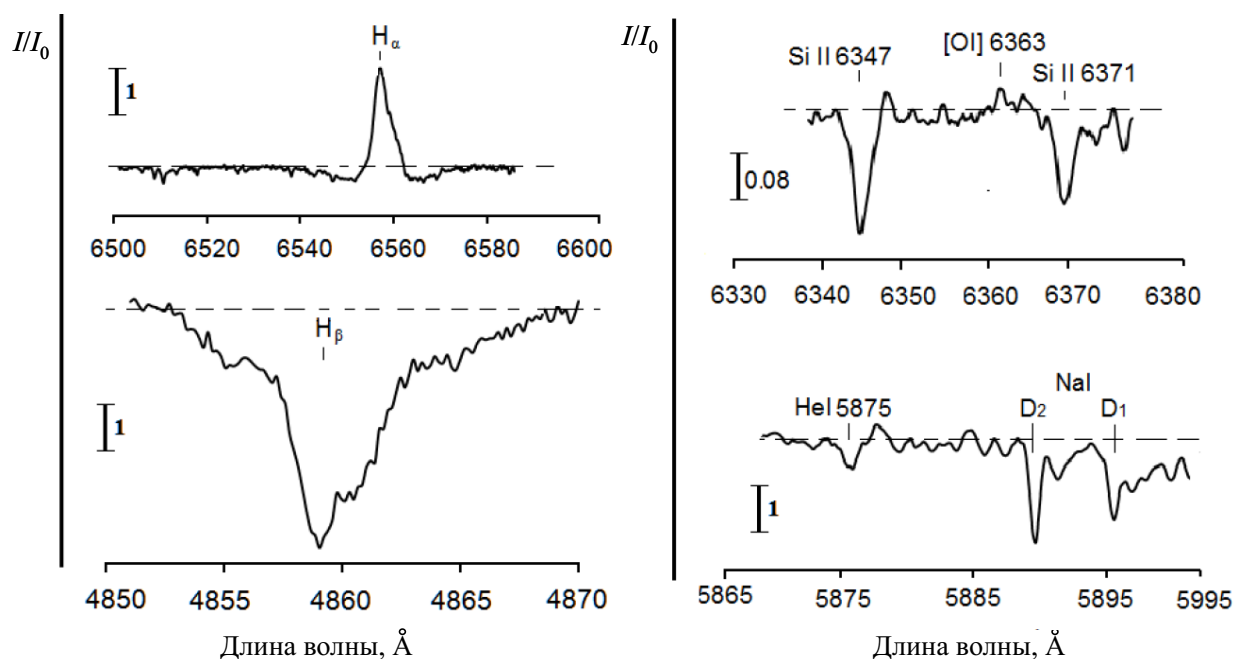
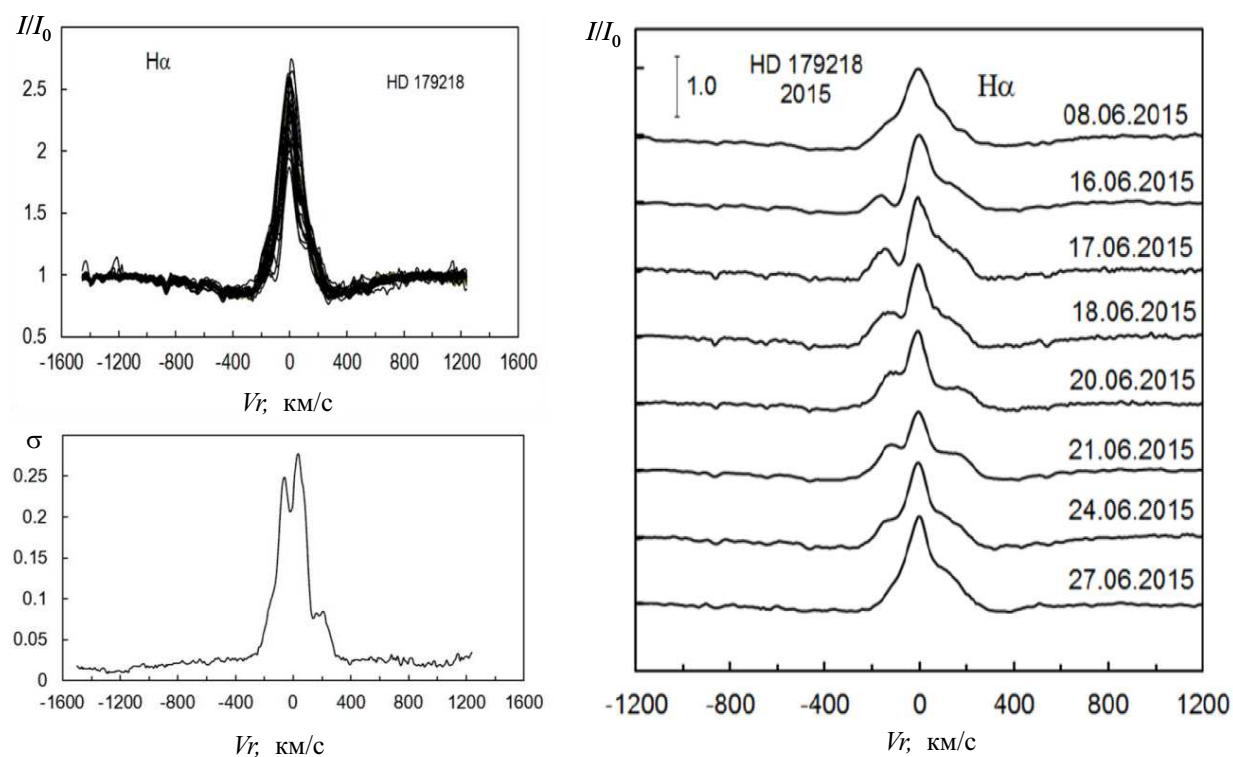


Рис. 1: Профили отдельных линий в спектре звезды MWC 614

Рис. 2: Переменность профиля линии $H\alpha$. На панелях: наложение всех профилей (верхняя панель слева) и среднее квадратичное отклонение σ интенсивности в данной лучевой скорости (нижняя панель слева). Справа показано изменение профиля линии $H\alpha$ в течение ~ 20 дней

изменение профиля линии $H\alpha$ за промежуток времени около 20 дней. Как видно, на синем и красном крыльях линии практически одновременно появляются и затем

исчезают дополнительные эмиссионные компоненты.

Профиль линии $H\alpha$ показывает одновременно истечение и аккрецию, соответствующие скоростям ком-

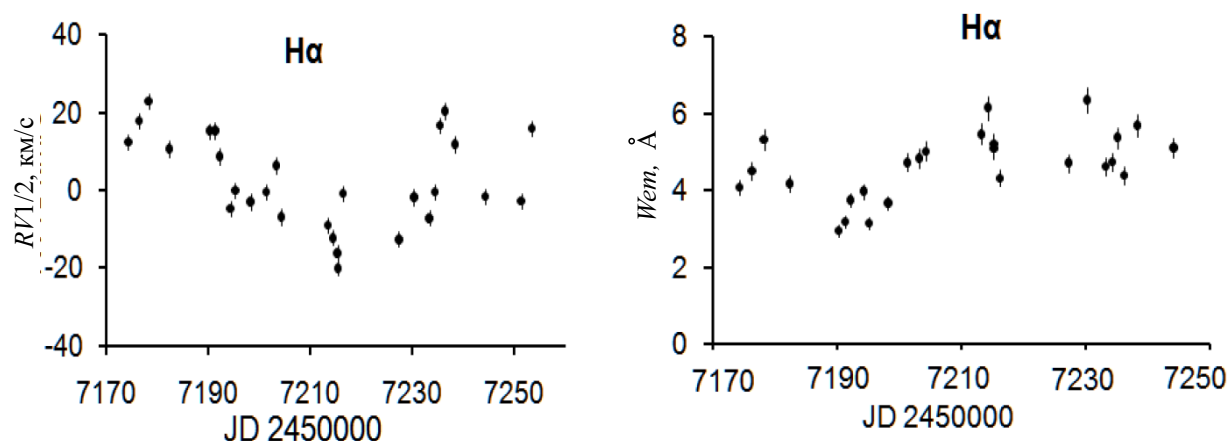


Рис. 3: Изменение лучевых скоростей на уровне половины интенсивности и эквивалентной ширины эмиссии $H\alpha$

понент около -200 и $+200$ км/с, соответственно. На уровне континуума максимальная скорость лимба диска равна -350 и $+400$ км/с (рис. 2, правая панель).

На рис. 3 приводится временная зависимость лучевых скоростей и эквивалентных ширин эмиссионного пика в линии $H\alpha$. Наблюдается изменение лучевой скорости эмиссионного пика в линии от $+20$ км/с до -20 км/с, причем, за примерно 60 дней прослеживаются 3 волнообразных изменения с характерным временем 10–12 дней. Аналогичное смещение прослеживается и в параметрах других спектральных линий. Подобные изменения в спектре звезды с характерным временем 10 дней также были обнаружены в работе [11]. Аналогичная переменность в наших наблюдениях прослеживается и в линиях $H\beta$, [OI] 6363 Å, SiII 6371 Å, NaI D1, D2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для MWC 614 в работе [13] приводится значение $v \sin i = 72 \pm 5$ км/с, а в работе [14] угол наклона к оси вращения около 40° . Тогда для скорости вращения получим $v = 112 \pm 8$ км/с и для радиуса звезды — около $22 R_\odot$, что значительно отличается от данных [15] ($4.8 R_\odot$). Это означает, что наблюдаемый цикл около 10 дней не может быть периодом осевого вращения звезды. Однако если наблюдаемая 10-дневная актив-

ность как-то связана с осевым вращением диска, то можно предполагать, что такое изменение могло бы происходить на границе между аккрецией и истечением вещества. Таким образом, наблюдаемая переменность в эмиссионных линиях звезды может быть признаком существования звездной магнитосферы.

По полученным данным можно сделать следующие выводы:

1. Обнаружено около трех волнообразных цикла изменений в спектре звезды HD MWC 614 с характерным временем около 10–12 дней. Этот процесс наблюдается и в параметрах большинства спектральных линий.
2. Обнаружен процесс истечения в линии He I $\lambda 5876$ Å, а также аккреции в линиях дублета D1, D2 NaI у звезды MWC 614. Это свидетельствует о существовании одновременно истечения и аккреции вещества в околозвездном диске.
3. Профиль линии $H\alpha$ показывает одновременно на истечение и аккрецию вещества, соответствующие скоростям компонент около -200 и $+200$ км/с, соответственно. На уровне континуума максимальная скорость диска равна -350 и $+400$ км/с.

[1] Praderie F., Simon T., Catala C., Boesgaard A. M. ApJ. 1986. **303**. P. 311.
 [2] Pogodin M. A. A&A. 1994. **282**. P. 141.
 [3] Rodgers B., Wooden D. H., Grinin V. et al. ApJ. 2002. **564**. P. 405.
 [4] Mora A., Eiroa C., Natta A. et al. A&A. 2004. **419**. P. 225.
 [5] Johns C. M., Basri G. AJ. 1995. **109**. P. 2800.

[6] Schisano E., Covino E., Alcalá J. M. et al. A&A. 2009. **501**. P. 1013.
 [7] The P.S., De Winter D., Perez M.R. A&ASS. 1994. **104**. P. 315.
 [8] Millan-Gabet R., Schloerb F.P., Traub W. A. ApJ. 2001. **546**. P. 358.
 [9] Pirzkal N., Spillar E.J., Dyck H.M. ApJ. 1997. **481**. P. 392.

- [10] *Miroshnichenko A.S., Bjorkman K.S., Mulliss C.L. et al.* PASP. 1998. **110**. P. 883. arXiv:0809.3947. 2008. [astro-ph].
- [11] *Kozlova O.V.* Astrophysics. 2004. **47**, N 3. P. 287.
- [12] *Ismailov N.Z., Bahaddinova G.R., Kalilov O.V., Mikailov Kh.M.* Astrophys. Bull. 2013. **68**, N 2. P. 196.
- [13] *Fedele D., van den Ancker M.E., Acke B. et al.,* [14] *Dent W. R. F., Greaves J. S., Coulson I. M.* MNRAS. 2005. **359**. P. 663.
- [15] *Alecian E., Catala C., Wade G. A. et al.* MNRAS. 2008. **385**. P. 391.

Circumstellar matter variability in the star MWC 614

U. Z. Bashirova, H. N. Adigezalzade^a, N. Z. Ismailov

Shamakhy astrophysical observatory named after Nasraddin Tusi, Azerbaijan

E-mail: ^aadigozalzade@rambler.ru

The results of spectral monitoring of the Herbig Ae/Be star MWC 614 (HD 179218) at the 2-m telescope of ShAO have presented. It was discovered a wave like quasi-cyclic variations of radial velocities and equivalent widths with character time 10–12 days. H α line profiles have shown an appearance and disappearance for nearly 20 days of additional emission components on the blue and red wings. On the variability of profiles of various spectral lines we have concluded that for time to time it was observed an accretion and outflow of the disc matter, what perhaps is an indicated of the presence a magnetosphere of this young star.

PACS: 97.30.-b, 97.10.Cv

Keywords: star MWC 614, spectral observations, star magnetosphere.

Received 02 August 2017.

Сведения об авторах

1. Баширова Улвия Закир — аспирант, научный сотрудник; тел.: (+9945)108291, e-mail: ulviyya.b@mail.ru.
 2. Адигезалзаде Хемаил Надир — доктор философии по астрофизике, ст. науч. сотрудник; тел.: (+9945)108291, e-mail: adigozalzade@rambler.ru.
 3. Исмаилов Нариман Зейналабдин — профессор, доктор физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник; тел.: (+9945)108291, e-mail: ismailovn@yahoo.com.
-