

ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ ДВОЙНОЙ СИСТЕМОЙ ЗВЕЗДА ТИПА Ae/Be ХЕРБИГА HD200775

Н.З.ИСМАИЛОВ

*Шемахинская астрофизическая обсерватория
Им. Н.Туси НАН Азербайджана*

В работе приведены результаты спектральных наблюдений за 1998 и 2000 г.г. звезды типа Ae/Be Хербига HD200775. Наблюдаются значительные изменения профилей с двойным пиком у линий H α и H β и линий HeI в течение времени час-сутки и годы. За 2 года наблюдений лучевые скорости показали смещение в красную часть спектра от нуля до +30 км/сек, эквивалентные ширины – уменьшение на 20-50%. Определена проекция скорости вращения 73км/сек и величина покраснения $A_V \sim 2^m$. Сводная кривая блеска звезды и наблюдаемые свойства по спектру удовлетворительно объясняются двойственностью звезды с орбитальным периодом около 6 лет.

ВВЕДЕНИЕ.

HD200775 (MWC 361) является одной из ярких звезд типа Ae/Be Хербига расположенной в отраженной туманности NGC7023 [1]. Вокруг звезды находится небольшая область (около 10'') III региона [2]. Объект расположен в центре области звездообразования, которое содержит около 15 молодых звезд типа T Тельца и ИК источников низкой светимости [3, 4]. В видимой области спектра звезды наблюдаются сильные эмиссионные линии водорода серии Бальмера, которые исследованы многими авторами [5-7]. Линии водорода часто имеют двойной пик и переменную структуру. Линии HeI наблюдаются в абсорбции, а фотосферный спектр оценивается как B3IV-Ve [8-10]. По данным [11] отношение интенсивности фиолетового компонента к красному V/R у линий H β меняется в течении 50 и 60сек., которое прямо коррелирует со смещением центральной абсорбции. Разными авторами установлена переменность профилей и интенсивностей спектральных линий в течении месяца [9, 12-14].

В работе [15] отмечено, что изменение эквивалентных ширин, ширина между пиками и отношение V/R прямо коррелируют и меняются с периодом около 200 суток. Более быстрые изменения типа час-сутки отмечаются в работах [3] и [16]. В работе [17] показано, что звезда имеет периодическое изменение блеска в фотометрической полосе X с периодом 10.225 ± 0.041 дней с амплитудой 0.102 . Кроме того, эти же авторы наблюдали переменность блеска в течение нескольких часов и суток. Согласно [6], анализ данных за 20 лет наблюдений H α измерений показывает циклический характер изменений с периодом 1345 дней (3.68 года). В работе [7] опубликованы результаты спектральных исследований за 1994-1999 г.г. Для объяснения причины переменности этими авторами выдвигается предположение о существовании переменного ветра от звезды.

Цель настоящей работы проведение анализа характеристик звезды HD200775 на основании нового высококачественного спектрального материала с привлечением других данных из литературы.

НАБЛЮДЕНИЯ

Наши спектральные наблюдения проведены с помощью эшелле спектрографа фокуса Куде 2м телескопа ШАО в сочетании с ПЗС приемником размерами 530x580 пикселей. Весь спектральный диапазон делится на 40 порядков по 45-50Å длиной, полный спектральный диапазон составляет $\lambda\lambda 4400-6800\text{Å}$. Спектральное разрешение составляет $R=30000$ в области линии H α . Считывание, редукция и обработка выполнялось

программой, составленной в CAO АН РФ [18]. Полное описание аппаратуры и методики наблюдений приведено в работе [19].

Дисперсионная кривая составлена по атласу солнечного спектра, точность позиций линий реперов не хуже $\pm 0.003 \text{ \AA}$. Средняя ошибка в измерениях лучевых скоростей (V_r) составили $\pm 0.5 \text{ км/сек}$ при $S/N > 100$. Средняя ошибка при измерении эквивалентных ширин равна 6-10%, а для относительных интенсивностей около 0.5%. Средняя экспозиция при отношении сигнала к шуму $S/N = 120$ для данной звезды составляло 10-15 минут в зависимости от размера изображения. Первая серия спектрограмм получена в 1998г., а вторая серия в 2000г.

Таблица 1.

Спектральные параметры линии $H\alpha$ в спектре HD200775.

JD245...	W(\AA)	Vr1(км/с)	Va(км/с)	Vr2(км/с)	FWHM(\AA)	W1/W2
1020.4792	66.6	-75.1	-14.0	70.8	6.7	1.06
1020.4875	55.7	-75.0	-10.0	70.0	6.7	1.07
1024.4896	63.8	-73.0	-13.0	88.0	6.6	1.13
1024.4972	59.3	-60.0	-11.0	104.0	6.3	1.01
1036.3431	73.1	-62.3	-14.0	81.0	6.8	1.02
1036.3653	74.5	-62.0	-9.7	56.1	7.1	1.07
1036.3819	48.3	-61.0	-3.1	85.0	7.6	1.01
1036.3958	59.1	-62.3	-5.4	85.5	6.8	1.18
1054.4618	63.8	-73.0	-13.0	88.0	6.6	1.1
1054.4694	72.0	-76.6	-11.0	87.0	6.9	1.11
1769.3556	52.7	-73.6	-9.1	45.6	6.4	1.14
1769.3729	60.9	-54.7	8.1	63.9	6.3	1.09
1770.2882	57.4	-72.6	-7.6	44.1	6.1	1.15
1770.2604	55.6	-71.5	-6.8	44.2	6.2	1.16
1770.3174	53.5	-73.3	-6.9	43.9	6.3	1.19
1770.3319	55.6	-69.3	-6.1	45.1	6.4	1.17
1771.2465	53.5	-64.5	-6.9	41.7	6.5	1.23
1771.2625	46.3	-69.1	-6.7	42.1	6.5	1.2

Нами были измерены лучевые скорости, эквивалентные ширины, полуширины и центральные интенсивности (далее - спектральные параметры) для отдельных эмиссионных компонент и для центральной абсорбции у линий водорода $H\alpha$, $H\beta$, а также у линий $HeI\lambda 6678$, 5875 , 4471 \AA , $MgII\lambda 4481 \text{ \AA}$. В первой серии наблюдений участок линии $HeI\lambda 5875 \text{ \AA}$ не был охвачен окном ПЗС, поэтому по наблюдениям за 1998г. нам не удалось измерить параметры этой линии.

В Таблице 1 приведены результаты измерений по линии $H\alpha$. В столбцах приведены: середина экспозиции в JD, суммарная эквивалентная ширина обеих компонент W, лучевые скорости синего Vr1, красного Vr2, и абсорбционного компонент Va, полная полуширина линии FWHM, а также отношение синего к красному эквивалентных ширин компонент W1/W2.

Как видно из Таблицы 1, по сравнению с данными наблюдений 1998 г, по данным 2000г. спектральные параметры эмиссионных компонент линии $H\alpha$ показывают значительные изменения. Значение компоненты Vr1 в среднем изменилось от -70 км/с , до -40 км/с , а Vr2 от 80 до 40 км/с , и Va от -3 до $+3 \text{ км/с}$, т.е. у всех компонент сдвиг направлен в красную часть спектра. При этом, хотя суммарная эквивалентная ширина

эмиссии в целом уменьшается, отношение эквивалентных ширин компонент V/R увеличивается (Рис.4а).

Профиль линии меняется как в первой, так и во второй серии наблюдений за счет центральных областей линии (Рис.1а). На Рис.1б приведено распределение дисперсии (среднеквадратичное отклонение от среднего) интенсивности линии по длине волны. Как видно, наиболее активно изменяются центральные области линии, особенно у фиолетового компонента линии. Максимальное значение дисперсии составляет $120 \pm 0.5\%$ для линии H α .

Таблица 2.

Спектральные параметры по линии H β .

JD245...	W1(Å)	W2(Å)	Vr1 (км/с)	Va (км/с)	Vr2 (км/с)	FWHM1(Å)	FWHM2(Å)	W1/W2
1020.479	1.53	1.965	-101	-6.9	107.8	2.44	3.13	0.78
1020.488	1.5	1.9	-103	-7	107	2.4	3.1	0.79
1024.49	1.71	1.73	-91.4	14	116	2.73	3.55	0.99
1024.497	1.48	1.36	-96.3	16.2	104	2.35	2.49	1.09
1036.343	1.1	1.5	-101	12	94	1.36	3.85	0.73
1036.365	1.7	2	-68	9	115	1.7	1.4	0.85
1036.382	1.09	1.47	-102	-5.2	93.3	2.54	2.8	0.74
1036.396	1.69	1.99	-68.5	24.7	114.7	2.26	2.9	0.85
1054.462	1.9	2.1	-91.4	14	116	2.74	3.55	0.90
1054.469	2.195	2.32	-84.6	3.2	88.6	2.49	2.26	0.95
1769.356	0.96	0.92	-104	-18	72.1	2.29	2.08	1.04
1769.373	1.14	1.06	-107	-16.5	72.6	1.72	2.02	1.08
1770.288	1.01	0.754	-85.2	-15	90.78	2.04	1.78	1.34
1770.26	1.35	0.92	-119	-14	95	2.98	1.99	1.47
1770.317	0.808	0.538	-99.2	-9.1	91.96	1.88	1.74	1.50
1770.332	0.892	0.645	-100	-18.7	85.15	1.87	1.62	1.38
1771.247	0.64	0.44	-124	-15.9	66.4	2.66	1.37	1.45
1771.263	0.77	0.77	-124	-20.8	77.32	2.74	1.48	1.00

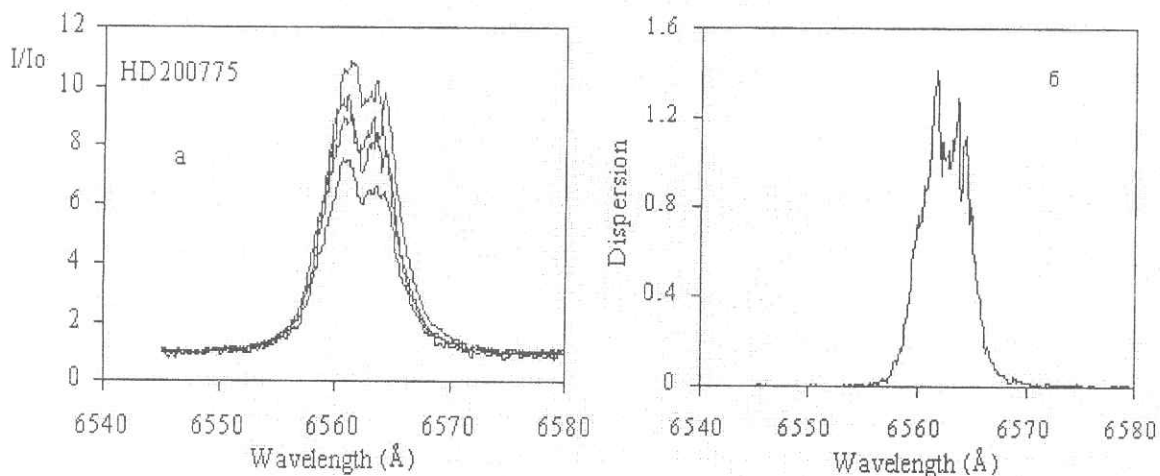


Рис.1.

Профили линий H α по разным ночам наблюдений (а) и кривые дисперсии интенсивности по длине волны (б).

Результаты измерений спектральных параметров линии H β приведены в Таблице 2. В отличие от линии H α , эмиссионные компоненты линии H β полностью разделяются до уровня континуума. В Таблице 2 приведены эквивалентные ширины, лучевые скорости и полуширины каждой компоненты эмиссии, а также смещение центральной абсорбции Va. Как видно из Таблицы 2, изменения лучевых скоростей эмиссионных компонент имеют следующую тенденцию: в среднем, Vr1 меняется от -90 до -124 км/с, Vr2, от 107 до 77, Va, от 0 до -20 км/с, т.е. в целом наблюдается смещение в синюю часть спектра. При этом, наблюдается уменьшение значений эквивалентных ширин эмиссионных компонент от 2 до 0.7 Å, когда их отношение V/R показывало увеличение от значений ~1 в 1998 г., до значений 1.45 в 2000 г.

Изменение профиля линий H β по характеру аналогичны переменности линии H α . На Рис. 2а, б приведены наложенные друг на друга профили линий H β и распределение дисперсии интенсивности этой линии. Как видно, главные изменения в профиле H β происходят также в центральных областях и составляют всего $16 \pm 0.5\%$.

В Таблице 3 приведены спектральные параметры линий He I $\lambda\lambda$ 6678 и 5875 Å. Как видно, за указанный период (с 1998-2000 г.) значения лучевых скоростей, например, у линий He I λ 6678 Å меняются от ~0 до 30 км/с (Рис. 3б). За это же время наблюдается уменьшение значений W линий He I (Таблица 3).

Существенно изменились и профили линий He I от сезона к сезону. На Рис. 3 для примера приведены отдельные профили линии He I λ 6678 Å, полученные за 1998 (левая половина картины) и 2000 г. (правая половина картины). Как видно, профили линий, наблюдаемые в 1998 г., имеют резкое крыло с коротковолновой стороны, а в профилях, полученных в 2000 г., наблюдается обратная картина, т.е. длинноволновое крыло более резкое.

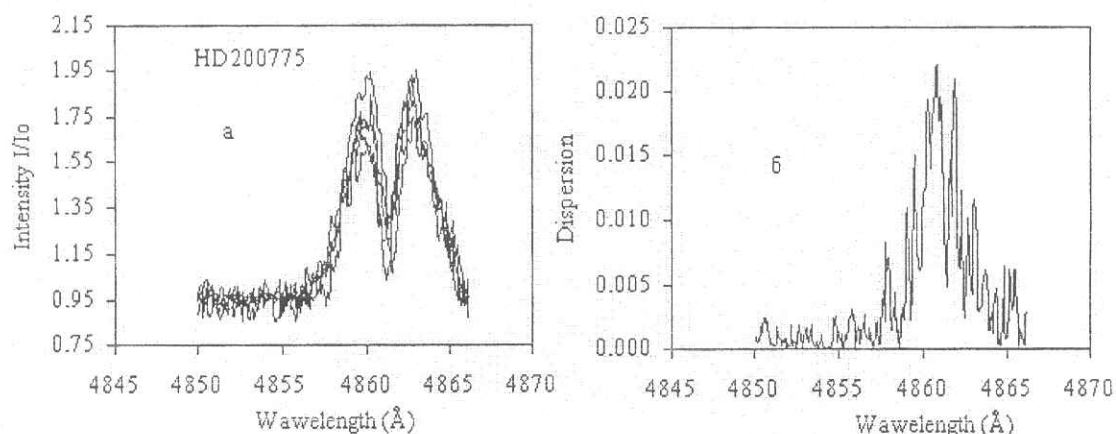


Рис. 2.

Профили линий H β по разным ночам наблюдений (а) и кривые дисперсии интенсивности по длине волны (б).

На Рис. 4а приведен график временной зависимости отношения эквивалентных ширин наблюдаемых компонент V/R для линий H α . Для построения данного графика нами использованы также результаты, опубликованные в работе [7]. Пунктирным контуром выделена группа точек, полученных автором настоящей работы. Кривая проведена по полиному 4-й степени. Как видно, за JD2451000-245800 наблюдается монотонный подъем значений W1/W2 у линии H α , т.е. наблюдается рост фиолетового компонента, т.к. в целом уменьшается суммарная эквивалентная ширина линии (табл. 1). Эмиссионные компоненты линии H β также показывают изменение интенсивностей, причем по наблюдениям 1998 г. отношение компонент V/R чаще меньше 1, чем в 2000 г., в то время как суммарная эквивалентная ширина эмиссии уменьшается (Таблица 2).

Таблица 3.

Параметры линий HeI в спектре HD200775.

JD245...	W(Å)	FWHM(Å)	Va	W(Å)	FWHM(Å)	Va
	HeI6678			HeI5875		
1024.49	0.55	1.73	-1.2			
1024.497	0.58	1.8	3.8			
1036.343	0.59	2.171	-3.3			
1036.365	0.48	2.1	-3.2			
1036.382	0.49	1.9	-2.4			
1036.396	0.707	2.44	1.1			
1054.462	0.648	2.31	-2.8			
1054.469	0.498	1.964	-3.01			
1769.356	0.373	2.07	8.9	0.659	1.953	7,95
1769.373	0.36	1.65	7.86	0.564	2.366	11,02
1770.288	0.41	1.55	4.1	0.575	1.646	15
1770.26	0.409	1.675	4.35	0.62	1.593	17,7
1770.317	0.364	2.15	3.65	0.588	1.875	14,51
1770.332	0.37	1.74	3.83	0.657	1.894	8,48
1771.247	0.41	2.13	13.6	0.733	2.627	6,75
1771.263	0.497	2.028	9.92	0.518	1.679	10

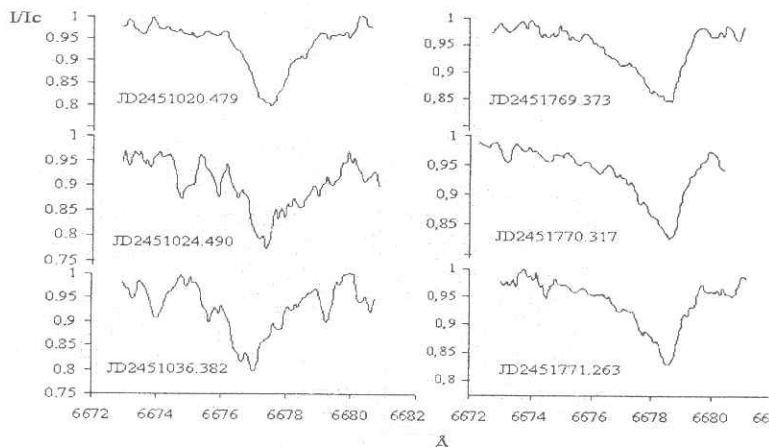


Рис.3.

Профили линий HeI 6678Å в 1998г. (слева) и 2000г. (справа).

На Рис.4а приведен график временной зависимости отношения эквивалентных ширин наблюдаемых компонент V/R для линий HeI. Для построения данного графика нами использованы также результаты, опубликованные в работе [7]. Пунктирным контуром выделена группа точек, полученных автором настоящей работы. Кривая проведена по полиному 4-й степени. Как видно, за JD2451000-245800 наблюдается монотонный подъем значений W_1/W_2 у линии HeI, т.е. наблюдается рост фиолетового компонента, т.к. в целом уменьшается суммарная эквивалентная ширина линии (табл.1). Эмиссионные компоненты линии H β также показывают изменение интенсивностей, причем по наблюдениям 1998 г. отношение компонент V/R чаще меньше 1, чем в 2000г., в то время как суммарная эквивалентная ширина эмиссии уменьшается (Таблица 2). Интересно, что полуширины красного компонента эмиссии в линии H β за указанный

период времени показывают уменьшение, тогда как фиолетовый компонент линии практически не изменился.

Такой же график нами построен на Рис.4б для значений лучевых скоростей линий HeI λ 6678Å, и λ 5875Å. Как видно, в том же интервале времени, примерно за 750 дней,

наблюдается медленный рост значений лучевых скоростей от 0 до 30км/с. В то же время наблюдается уменьшение эквивалентных ширин линий HeI за указанный интервал времени в среднем, примерно, на 20% (Таблица 3).

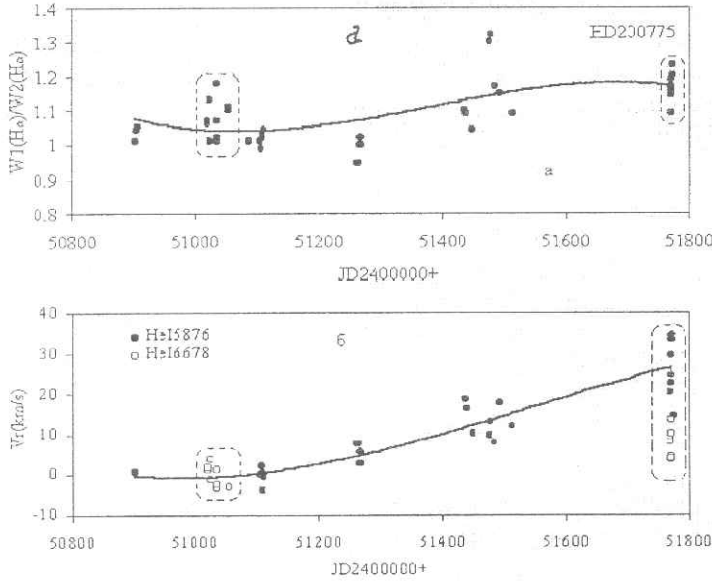


Рис. 4

Изменение относительных эквивалентных ширин V/R эмиссионных компонент линий H α (а) и лучевых скоростей линий HeI λ 5875 и 6678Å (б) у HD200775.

За наблюдаемый интервал времени, по нашим данным, значения эквивалентных ширин линии MgII λ 4481Å уменьшаются на 20%, а полуширины практически не изменились. Это характерно и для линий HeI (Таблица 3). Причем линии поглощения обоих элементов имеют примерно одинаковое значение полуширины - около $\Delta\lambda \approx 2 \pm 0.2$ Å. Это позволило нам вычислить скорость вращения звезды, равной $v \sin i = 73 \pm 4$ км/с.

На Рис.5а приведена кривая блеска звезды в интервале JD2445800-2450800 (1984-1997г.г.). Весь массив был использован из всемирного банка фотометрических данных по молодым звездам (см.например, [20]). Всего использовано 1147 точек по последним данным за 1997г. Как видно, несмотря на отдельные флуктуации в порядке до 0.^m18

внутри отдельных сезонов наблюдений, наблюдается медленное изменение среднего значения V блеска в интервале 7.^m35-7.^m40. Средняя кривая проведена по полиному 4 степени. Как видно из этого рисунка, волна изменений соответствует периоду примерно 6 лет.

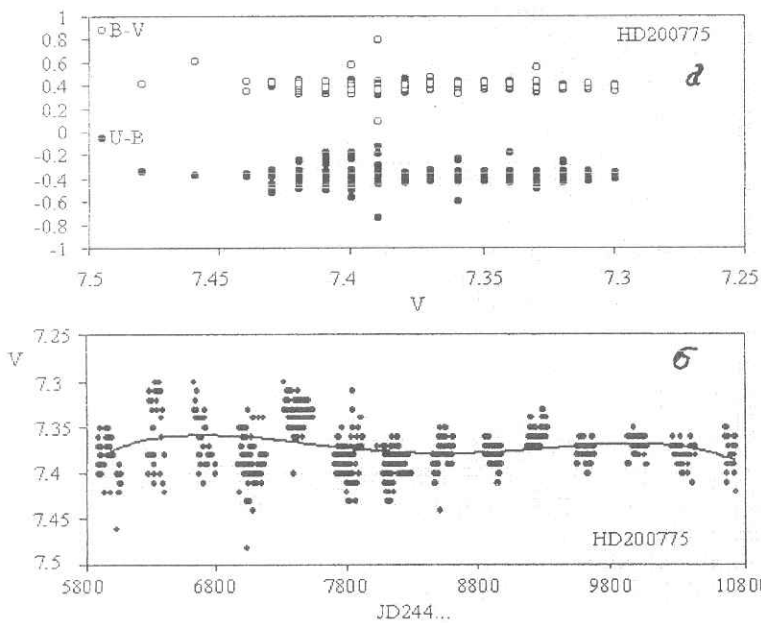


Рис. 5.

Зависимость показателей цветов U-B, B-U от блеска V-кривая (а), и полная V – кривая блеска (б) звезды HD200775 от времени.

На Рис.5б приводится зависимость V значений блеска от показателей цвета звезды. Видно, что как для цветов B-V так же и для U-B не наблюдается заметных изменений

показателей цвета звезды. Небольшой разброс наблюдается при ослаблении блеска по цвету U-B. Средние значения показателей цветов B-V и U-B по этим данным равны $0.^m4 \pm 0.^m1$ и $-0.^m4 \pm 0.^m2$, соответственно. Для звезды со спектром B3IV-V эти значения соответствуют эксцессам $E_{U-B} = 0.^m32$ и $E_{B-V} = 0.^m61$, тогда для покраснения получим величину $A_V = 2.^m$.

ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдения показали, что существуют как быстрые, так и медленные изменения спектральных параметров у HD200775. Приведенные результаты в таб.2-4 показывают, что быстрые изменения наблюдаются в течении часа или сутки. Такого типа изменения были наблюдаемы и в вышеупомянутых работах ряда авторов.

Кривая блеска звезды свидетельствует о том, что, скорее всего, наши наблюдения охватывают период падения блеска звезды. Последний участок по кривой блеска, где согласно тренду, наблюдается тенденция к снижению блеска системы, нами наблюдается смещение в красную часть спектра лучевых скоростей и в целом уменьшение суммарных эквивалентных ширин эмиссионных линий водорода. Одновременно абсорбционные и эмиссионные компоненты линий водорода и абсорбция линий гелия показали смещение в красную часть спектра. Изменение спектральных параметров носит не случайный, а систематический характер (Рис.4). Подобное изменение нельзя объяснить магнитной активностью, т.к. одновременно наблюдаются значительные динамические изменения. Все эти наблюдательные факты удовлетворительно можно объяснить изменениями при орбитальном движении в двойной системе. Наблюдаемые значения блеска и спектра звезды показывают изменение в течение около 6 лет. Для окончательного заключения о значении орбитального периода двойной системы необходимы систематические наблюдения звезды.

Резюмируя полученные результаты можно сделать следующие выводы:

1. Наблюдаются как быстрые (час-сутки), так и медленные изменения спектральных параметров звезды HD200775. Максимальное значение изменений эквивалентных ширин составило до 50% в абсорбции и до 100% для эмиссионных компонент отдельных линий. Максимальные значения изменений лучевых скоростей составили 30-50 км/с для разных спектральных линий. Скорость вращения для звезды определена 73 км/с, а величина покраснения $A_V \approx 2.^m$.
2. Наблюденные спектральные параметры эмиссии линий водорода и абсорбции линий HeI указывают на долготлетние изменения. Сдвигу линий в красную часть спектра соответствует уменьшение интенсивностей спектральных линий.
3. Наибольшее изменение наблюдается у коротковолновых крыльев эмиссии линий H α и H β . Значительно меняются у этих линий также эквивалентные ширины красного компонента в эмиссии. В течении 1998-2000гг наблюдалось инверсное изменение профилей линий HeI в абсорбции.
4. Ход изменений спектральных параметров показывает, что, по-видимому, для значений V γ 1998г. является минимумом, а для эквивалентных ширин - максимумом. Наблюдаемые особенности удовлетворительно можно объяснить двойственностью системы HD200775 с орбитальным периодом около 6 лет.

Автор выражает благодарность А.С.Гулиеву и С.К.Зейналову за поддержку при выполнении данной работы.

1. G.H.Herbig, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 4 (1960) 337.
2. E.B. Weston, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 61 (1949) 256.
3. L.Rosino, G.Romano, *Asiago Contr.*, (1962) № 127.
4. D.Y.Gezeri, M.Schmitz, J.M.Mead, *Far IR Supplement: Catalog of IR Observations*, NASA Ref. Publ, № 1119 (1984) A-69.
5. N.G.Beskrovnaya, M.A.Pogodin, A.G.Scherbakov et.al., *Astron.Astrophys.*, 287 (1994) 564.

6. A.S.Miroshnichenko, C.M.Mulliss, K.S.Bjorkman et.al., *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 110 (1998) 883.
7. M.A.Pogodin, A.S.Miroshnochenko, K.S.Bjorkman, et. al., *Astron. Astrophys.*, 359 (2000) 299.
8. Altamore A., Baratta G.B., Casatella et.al., *Astron. Astrophys.*, **90** (1980) 290.
9. U.Finkenzeller, *Physics of Be Stars*, eds. M.Jaschek, H.G.Groth, *Proc.IAU Coll.98, Reidel, Dordrecht*, (1982) 501.
10. Baschek B., Beltrametti M., Koppen J. et.al., *Astron.Astrophys.*, **105** (1982) 300.
11. R.Viotti, *Mem. Soc. Astro. Ital.* 1969, V.40. P.75.
12. S.E.Strom, K.M.Strom, J.Yost, L.Carrasco et.al., *Astrophys.J.*, **173** (1972) 353.
13. M.A.Pogodin, *Soviet Astron.*, **62** (1985) 918.
14. V.S.Shevchenko, M.A.Ibragimov, S.D.Yakubov, *Soviet Astron.*, **66** (1989) 941.
15. M.Ruusalepp, *Public.Tartu.Astrophys.Obs.*, **52** (1987) 302.
16. N.Sh.Minikulov, M.A.Pogodin, A.E.Tarasov, *Sov.Astron.Lett.*, **13** (1987) 54.
17. J.Sudzius, J.Sperauskas, *Astronomische Nachrichten*, **317** (1996) 349.
18. Г.А.Галазутдинов, *Препринт САО*, №92 (1992).
19. С.Г.Алиев, Н.З. Исмаилов, *Астрон. журн.*, **77** (2000) 837.
20. W.Herbst, D.K.Herbst, E.J.Grossman et. al., *Astron J.*, **108** (1994) 1906.

Ae/Ve HERBİQ TİPLİ HD200775 ULDUZU QOŞA SİSTEMDİRMI

N.Z.İSMAYILOV

Güclü emissiya xətlərinə malik Ae/Ve Herbiq tipli HD200775 ulduzunun 1998 və 2000-ci illərdə aparılmış spektral müşahidələrinin nəticələri verilir. Haça profilli H α və H β emissiya və HeI absorpsiya xətlərinin profilləri saat-gün və il müddətli dəyişmələr göstərir. İki il ərzində şüa sürətləri sıfırdan +30km/san -yə qırmızı oblasta doğru sürüşməsi, həmin müddətdə ekvivalent enlərin isə 20-50% azalması müəyyən olunmuşdur. Fırlanma sürətinin proeksiyası 73 \pm 4km/san və qızarma parametri $A_V=2^m$ alınmışdır. Qurulmuş tam V-parlaqlıq əyrisi və alınan spektral dəyişmələr qoşa sistemdə ulduzun orbital hərəkəti ilə qənaətbəxş izah oluna bilər.

IS the Ae/Be HERBIG STAR HD200775 a BINARY SYSTEM

N.Z.ISMAILOV

The results of spectral observations obtained for 1998 and 2000 the Ae/Be Herbig type strong emission line star HD200775 were presented. A considerable profiles variability of the H α , H β lines with double peak emission and HeI lines were founded on hour-day and year timescales. During 2 years radial velocity values were showed red displacement from zero to +30km/s and equivalent width values in whole were decreased at 20-50%. Projection of rotation velocity 73 \pm 4km/s and reddening parameter $A_V\approx 2^m$ for the star were determined. Carried out total V-light curve and obtained spectral parameters were showed long time variability at 6 years, which may be explained as a results of orbital motion in binary system.

Редактор: Касумов Ф.