

ВРАЩЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ 68u ГЕРКУЛЕСА

Б. Ковачев, З. Крайчева

Как физическая система 68u Геркулеса — типичная затменно-переменная, спектрально-двойная звезда с компонентами ВЗШ [1]. Имея координаты $\alpha=17^{\text{h}}16^{\text{m}}$ и $\delta=+33^{\circ}89'$, $m_{\text{max}}=4,6$, $m_{\text{min}}=5,25$ и период $-2^{\text{d}}05102$ [2], она представляет удобный объект для наблюдения. Ее орбитальные элементы хорошо изучены. Что касается физических условий в системе, то здесь, несмотря на результаты, полученные отдельными авторами, картина далекого не ясна [3].

Для более целостного спектрофотометрического исследования системы Ковачевым на дифракционном спектрографе АСП-11 1,22-метрового телескопа Крымской астрофизической обсерватории был получен, а затем обработан обширный, однородный наблюдательный материал.

В [3] описан наблюдательный материал и способ фотометрирования и обработки спектрограмм. Спектрограммы получены на пластинках 103a0 в интервале λ 3600—5000 Å с дисперсией 37 Å/mm.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для определения скорости вращения яркого компонента в системе 68u Геркулеса было выбрано 8 спектрограмм, полученных во вторичном минимуме так, что суммарный профиль линий почти полностью определялся профилем яркого компонента. Отклонение средних моментов экспозиции спектрограмм от вторичного минимума не более $\pm 21^{\text{m}}$. Моменты распределены по отношению к фазе вторичного минимума почти симметрично.

Для более слабого компонента было выбрано 4 спектрограммы, полученных в первичном минимуме с отклонением до 19^{m} .

В табл. 1 в колонках даны номер спектрограммы, средний момент экспозиции спектрограммы, с точностью до одной минуты, выраженные в частях юлианского дня, фаза звезды в часах и минутах от начала первичного минимума, вычисленная для 68u Геркулеса по таблице, данной в [4], и отклонение от средней фазы в минутах.

Таблица 1

№	J. D.	Фаза	Отклонение от средней фазы
1	804,51528	24 ^h 21 ^m	-15 ^m
2	804,52639	24 38	+ 1
3	804,54028	24 58	+21
4	804,53611	24 52	+15
5	991,15972	24 28	- 9
6	802,46944	24 28	- 9
7	802,47500	24 36	0
8	802,48333	24 48	+11
9	799,40347	00 19	+19
10	805,55764	00 11	+11
11	877,33264	00 03	+ 3
12	877,33125	49 04	- 9

Спектрограммы в табл. 1 получены для вторичного минимума на 17—18 мая, 19—20 мая, и на 22—23 ноября, а для первичного — соответственно на 14—15 мая, 20—21 мая и 31 июля — 1 августа 1962 года.

ОБРАБОТКА И РЕЗУЛЬТАТЫ

Для определения скорости вращения были выбраны следующие линии: Ca II 3933, He I 4026, He I 4144, C II 4267, He I 4388, He I 4471 и Mg II 4481.

Определение ротационной скорости было сделано по методу максимальной полуширины [5]. При этом методе максимальная полуширина линии определяется по формуле

$$(1) \quad b = \frac{2W_{\lambda} \left(1 + \frac{\pi}{4} \beta\right)}{\pi R_c \left(1 + \frac{2}{3} \beta\right)},$$

где W_{λ} — эквивалентная ширина в Å, R_c — глубина в центре, β — коэффициент потемнения и b — максимальная полуширина спектральной линии.

Когда b известно, скорость $v \sin i$ можно определить по формуле Доплера

$$(2) \quad b = \frac{\lambda}{c} v \sin i.$$

Так как эффект потемнения на профиле линии пренебрежимо мал при вычислении $v \sin i$ по формуле (1) был принят коэффициент потемнения к краю диска $\beta=0$. Тогда (1) приобретает вид

$$(3) \quad b = \frac{W_{\lambda}}{R_c} \cdot \frac{2}{\pi},$$

где, в нашем случае

$$(4) \quad v \sin i = \frac{2cW_{\lambda}}{\pi \lambda R_c}.$$

Таблица 2

Яркий компонент						Менее яркий компонент				
№ спектра	λ	W_{λ}	R_c	P	$v \sin i$	№ спектра	W_{λ}	R_c	P	$v \sin i$
7	Ca II 3933	0,35	0,11	2	152	9	0,52	0,12	2	208
4		0,30	0,13	2	111	10	0,33	0,11	2	144
8		0,39	0,10	2	187	12	0,49	0,14	1	168
1		0,18	0,07	1	123					
$v \sin i_{\lambda}$					146					174
6	C II 4267	0,30	0,10	2	133	9	0,20	0,06	2	147
4		0,24	0,10	3	106	10	0,23	0,10	2	102
8		0,35	0,11	3	140	11	0,47	0,12	1	174
3		0,32	0,08	3	177	12	0,51	0,15	2	150
1	0,33	0,11	1	133						
$v \sin i_{\lambda}$					139					139
7	Mg II 4481	0,35	0,11	3	134	9	0,48	0,14	2	145
6		0,41	0,12	2	144	10	0,47	0,14	2	142
4		0,40	0,14	3	120	11	0,85	0,21	1	171
8		0,34	0,07	1	205	12	0,97	0,20	1	204
3		0,37	0,10	2	156					
1	0,35	0,10	2	148						
$v \sin i_{\lambda}$					143					158
5	He I 4026	1,88	0,40	1	220	9	1,67	0,30	1	261
7		1,53	0,28	2	256	10	1,14	0,23	2	232
6		1,56	0,33	2	222	12	1,58	0,29	1	255
4		1,86	0,35	3	249					
8		1,15	0,29	1	186					
2		1,29	0,30	1	202					
3	1,38	0,34	3	191						
1	λ	1,32	0,35	2	177					
$v \sin i_{\lambda}$					216					287
5	He I 4144	1,32	0,28	2	215	9	1,09	0,19	1	262
7		0,79	0,18	2	200	10	0,68	0,17	2	182
6		0,83	0,19	2	199	11	0,71	0,15	2	216
4		1,33	0,25	2	242	12	1,01	0,20	1	230
8		0,89	0,20	3	203					
2		0,67	0,19	1	161					
3		1,15	0,23	3	228					
1	1,27	0,24	2	241						

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$v \sin i_\lambda$					215					215
5	He I 4388	1,31	0,27	1	209	9	1,11	0,19	3	251
7		0,95	0,22	3	186	10	0,70	0,20	2	151
6		0,71	0,16	2	191	11	1,22	0,25	2	210
4		0,80	0,21	3	164	12	1,81	0,24	1	325
8		0,68	0,22	3	133					
2		0,86	0,23	1	161					
3		0,99	0,26	3	164					
1		0,88	0,22	2	172					
$v \sin i_\lambda$					169					225
5	He I 4471	1,78	0,42	2	179	9	1,12	0,22	3	215
7		1,23	0,26	2	200	10	1,25	0,25	2	211
6		1,47	0,30	3	207					
4		1,64	0,30	3	231					
8		1,31	0,27	3	205					
2		1,44	0,30	1	203					
3		1,44	0,30	3	203					
1		1,50	0,29	2	219					
$v \sin i_\lambda$					207					213

Результаты определения W_λ , R_c , P , $v \sin i$ даны в табл. 2, где P —вес, а $v \sin i_\lambda$ —средняя скорость по данной линии в км/с.

Скорость вращения определена по данной линии отдельно для каждой спектрограммы. Средняя величина скорости по данной линии получена путем усреднения по формуле

$$(5) \quad v \sin i_\lambda = \frac{\sum_{k=1}^n (v \sin i)_k P_k}{\sum_{k=1}^n P_k}.$$

Как и следовало ожидать, по линиям HeI получаются большие величины скорости, чем те, которые получены по линиям MgII, CaII и CII. Видно хорошее согласование значений для $v \sin i_\lambda$, полученных по линиям HeI. Хорошо согласуются и значения, полученные по линиям MgII, CaII, CII.

Средняя величина скорости для всех линий получена по формуле

$$(6) \quad v \sin i = \frac{\sum_{\lambda=1}^n (v \sin i)_{\lambda} P_{\lambda}}{\sum_{\lambda=1}^n P_{\lambda}},$$

где P_{λ} — вес данной линии — найден путем суммирования весов линии в отдельных спектрограммах.

Сделана оценка средней ошибки средней арифметической по формуле

$$(7) \quad \epsilon_0 = \sqrt{\frac{\sum_{\lambda=1}^n P_{\lambda} [v \sin i - (v \sin i)_{\lambda}]^2}{\sum_{\lambda=1}^n P_{\lambda} (n-1)}}.$$

Так для яркого компонента в системе 68и Геркулеса находим значения

$$v \sin i = 183 \pm 13 \text{ km/s},$$

а для более слабого

$$v \sin i = 193 \pm 15 \text{ km/s}.$$

Таблица 3

Спектральная линия	$v \sin i$, km/s [6]	$v \sin i$, km/s [наши]	$v \sin i$, km/s [7]
HeI 4471	156	207	221
HeI 4388		169	
HeI 4026		216	
MgII 4481	126	143	
CaII 3933	123	146	

В табл. 3 наряду с полученными нами для яркого компонента данными, приводятся данные, полученные другими авторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копылов И. М., Известия КРАО, 20, 1958, 188.
2. Baker R. H., Publ. of the Allegheny Obs. 1, № 11, 1910, 17.
3. Ковачев Б. Ж., Известия наг Секцията по астрономия при БАН, т. II, София, 1967, 51.
4. Rocznik astronomiczny 1962, Krakow, 1961.
5. Carroll J. A., N 93, 1933, p. 478.
6. Копылов И. М., Боярчук А. А., Известия КРАО, 31, 1964, 44.
7. Крат В. А., Известия ГАО (Пулково), XVII, № 137, 1918, 2.

ROTATION OF THE COMPONENTS IN SYSTEM 68u HERCULES

B. Kovachev and Z. Kraicheva

(Summary)

According to 12 spectrograms obtained with a dispersion 37 \AA/mm by the diffraction spectrograph of the 1,22-meter telescope of the Crimean Astrophysical Observatory by the method of the maximal halfwidth [5], the velocities of rotation of the components of system 68u Hercules are determined. The following results are obtained:

$\sin i = 183 \pm 13 \text{ km/s}$ for the bright component

$\sin i = 193 \pm 15 \text{ km/s}$ for the weak component.