

ИЗМЕНЕНИЕ СПЕКТРА SS Cyg ВО ВРЕМЯ БЫСТРЫХ КОЛЕБАНИЙ БЛЕСКА В МИНИМУМЕ

Н. Ф. Войханская

Проведено отождествление в спектре и определены эквивалентные ширины W эмиссионных линий. Рассмотрено изменение величин W при колебаниях блеска в минимуме в зависимости от потенциала возбуждения верхнего уровня линии. Эмиссионный линейчатый спектр претерпевает быстрые изменения за время порядка минут. Показано, что колебания блеска обусловлены в основном колебаниями континуума и источником их является горячий компонент системы. В моменты понижения блеска звезда становится более горячей, и степень возбуждения линейчатого спектра возрастает. При увеличении блеска картина обратная. Сделано предположение о существовании в системе SS Cyg протяженной оболочки типа небольшой газовой туманности. Построены контуры линий H_α и H_β . Оценено влияние эмиссионных линий на величину V .

The emission lines are identified and their equivalent widths, W , are determined in the spectrum of SS Cyg. The variation of W values with minimum light fluctuations, as dependent on the excitation potential of the upper level of a line, is detected. The emission line spectrum undergoes rapid changes during the time of the order of minutes. It is shown that brightness fluctuations are mainly due to continuum variations, the hot component of the system being their source. At the moments when the brightness drops, the star becomes hotter and the degree of the line spectrum excitation increases; the behaviour reverses, when the brightness increases. An assumption is made on the existence in the system SS Cyg of an extended envelope of small gaseous nebula type. H_α — and — H_β — line contours are constructed. The effect of the emission lines on the value of V is estimated.

Спектрограммы SS Cyg были получены 18—19 октября 1972 г. на спектрографе с ЭОП, установленном в фокусе Нэсмита рефлектора ЗТШ Крымской астрофизической обсерватории. Данные о спектрограммах приведены в табл. 1. В третьем столбце таблицы указан спектральный интервал, в котором спектрограммы имеют плотность, пригодную для фотометрирования непрерывного спектра или отдельных линий. Средняя обратная дисперсия на спектрограммах составляет 106 \AA/мм .

Было проведено отождествление эмиссионного линейчатого спектра с помощью каталога [4] и измерены эквивалентные ширины линий W .

Т А Б Л И Ц А 1
Данные об использованных спектрограммах

Номер спектрограммы	Экспозиция, мин.	Спектральная область, \AA	Номер спектрограммы	Экспозиция, мин.	Спектральная область, \AA
1	3	4600—5600	9	3	5400—6600
2	3	4600—5600	10	3	5400—6600
3	3	4600—5600	11	3	5400—6600
4	6	6500—7200	12	3	5400—6600
5	6	6500—7200	13	3	5400—6600
6	4	5800—7000	14	3	5400—6600
7	4	5800—7000	15	3	5400—6600
8	3	5400—6600	16	3	5400—6600

ТАБЛИЦА 2

Эквивалентные ширины линий по спектрограмме 1 и средние по спектрограммам 2 и 3

$\lambda, \text{Å}$	Элемент	Номер мультиплета	$\epsilon, \text{эВ}$	$W, \text{Å}$		$\lambda, \text{Å}$	Элемент	Номер мультиплета	$\epsilon, \text{эВ}$	$W, \text{Å}$	
				Sp 1	Sp 2,3					Sp 1	Sp 2,3
4634.0	NIII	2	32.99	1.40	2.78	5188.7	TiII	70	3.95	0.69	0.30
4658.6	CIV	8	52.2	0.77	2.08	5197.6	FeII	49	5.59	2.59	0.92
4676.2	OII	1	25.54	2.15	0.76	5222.0	—	—	—	2.19	0.66
4685.7	HeII	1	50.80	3.20	5.02	5226.5	TiII	70	3.92	+	0.75
4697.6	CrII	177	8.27	0.65	0.86	5234.6	FeII	49	5.57	2.75	1.35
4713.0	HeI	12	23.49	1.19	0.63	5242.0	—	—	—	1.63	1.60
4734.1	FeII	—	—	1.65	1.50	5264.8	FeII	48	5.56	0.25	—?
4788.1	NII	20	23.14	0.35	0.40	5272.6	CIII	4	40.39	—	0.76
4810.3	NII	20	23.14	0.48	0.38	5276.0	FeII	49	5.52	1.92	1.50
4861.0	H α	1	12.69	30.26	24.71	5284.1	FeII	41	5.21	1.96	1.40
4896.7	N ^{III}	9	40.77	0.65	1.13	5305.3	OIV	11	61.91	0.88	+
4906.9	OII	28	28.71	1.79	1.04	5308.4	CrII	43	6.38	0.67	—?
4969.0	—	—	—	1.59	1.08	5316.8	FeII	48	6.53	+	0.79
4987.4	NII	24	23.32	1.94	1.31	5349.3	CIII	—	—	0.44	0.60
4994.4	NII	24	23.32	0.56	+	5352.0	OV	13	87.39	—	0.80
5007.3	NII	24	23.31	3.09	2.00	5362.9	FeII	48	5.49	0.56	1.00
5047.7	HeI	47	23.57	0.88	0.88	5381.0	TiII	69	3.85	0.92	1.48
5073.0	NIV	17	64.12	—?	1.10	5402.0	—	—	—	0.54	1.09
5117.5	—	—	—	1.04	0.98	5411.5	HeII	2	53.08	0.25	0.36
5143.5	CII	16	23.01	2.59	—?	5418.8	TiII	69	3.85	0.67	0.65
5163.0	—	—	—	1.04	0.99	5425.3	FeII	49	5.46	0.61	0.37
5174.5	NII	70	30.22	0.54	0.57	5477.7	FeII	49	5.46	0.56	+
5178.7	FeII	35	5.20	0.48	—?	5530.0	NII	63	27.61	3.51	2.67

Детальному отождествлению мешает то обстоятельство, что SS Cyg является спектрально-переменной в минимуме блеска [2], и поэтому вид спектра заметно различается на разных спектрограммах. Результаты собраны в табл. 2—5 и пояснениях к ним (приложение). В этих таблицах знаки + или — соответствуют присутствию или отсутствию данной линии в спектре; пропуск означает, что линия не измерялась и о ней трудно что-либо сказать; ϵ — потенциал возбуждения верхнего уровня.

Одновременно со спектром SS Cyg не были получены спектрограммы звезды с известным распределением энергии в спектре, поэтому полученные эквивалентные ширины не переведены в интенсивности, и в дальнейшем каждый участок спектра рассматривался отдельно.

На рис. 1 приведено распределение энергии в континууме спектров 1—3 в инструментальной системе (отсчеты сняты с оригинальных регистрограмм).

ТАБЛИЦА 3

Средние эквивалентные ширины линий по спектрограммам 4 и 5

$\lambda, \text{Å}$	Элемент	Номер мультиплета	$\epsilon, \text{эВ}$	$W, \text{Å}$
6563.0	H α	1	12.04	45.35
6610.6	NII	31	23.37	0.98
6678.1	HeI	46	22.97	1.41
6847.0	OII	45	30.37	1.50
6890.1	HeII	7	53.81	0.55
6895.3	OII	45	30.37	0.94
6906.5	OII	45	30.36	0.45
6910.8	OII	45	30.35	0.32
6959.3	CII	—	—	1.18
6966.9	FeII	198	7.95	0.94
7065.2	HeI	10	22.62	1.58

ТАБЛИЦА 4
Эквивалентные ширины линий по спектрограммам 6 и 7

$\lambda, \text{Å}$	Элемент	Номер мультиплетта	$\epsilon, \text{эВ}$	$W, \text{Å}$		$\lambda, \text{Å}$	Элемент	Номер мультиплетта	$\epsilon, \text{эВ}$	$W, \text{Å}$	
				Sp 6	Sp 7					Sp 6	Sp 7
5876.0	HeI	41	22.97	6.58	5.62	6445.0	NIII	14	41.09	0.22	0.96
5890.0	CII	5	20.06	2.31	3.51	6453.9	NIII	14	41.08	0.45	1.06
5927.8	NII	28	23.14	0.96	1.21	6468.8	NIII	14	41.08	0.42	0.66
5931.8	NII	28	23.14	6.16	6.60	6478.7	NIII	14	41.09	0.50	0.24
5952.4	NII	28	23.14	1.82	0.90	6487.6	NIII	14	41.09	0.26	0.40
5960.9	NII	28	23.14	0.82	+?	6491.3	FeII	—	—	0.24	+?
5991.4	FeII	46	5.20	1.08	-?	6527.3	HeII	—	—	0.62	0.48
6049.0	—	—	—	2.85	1.87	6562.8	H α	1	12.04	32.18	41.32
6084.1	FeII	46	5.21	0.66	0.74	6595.0	—	—	—	0.80	0.58
6122.4	MnII	13	12.16	2.87	+	6610.6	NII	31	23.37	0.38	0.28
6130.8						6660.0	—	—	1.00	1.10	
6147.7	FeI	74	5.88	1.06	+	6678.1	HeI	46	22.97	0.54	2.21
6149.2	FeII	74	5.88	0.34	+	6827.0	—	—	—	1.26	1.77
6178.1	FeII	46	5.21	0.26	+	6847.0	OII	45	30.37	0.88	+
6185.3	FeII	46	5.18	0.98	+	6869.7	OII	45	30.36	0.58	+
6211.0	—	—	—	0.70	0.40	6890.9	HeII	7	53.81	1.23	+
6233.8	HeII	7	54.00	+	1.42	6895.3	OII	45	30.37	1.96	+?
6247.6	FeII	74	5.85	0.32	+	6906.5	OII	45	30.34	0.90	0.90
6310.8	HeII	7	53.97	0.22	0.72	6972.0	—	—	—	1.00	1.36
6406.3	HeII	7	53.94	0.22	0.50						

Видно, что континуумы спектров 2 и 3 совпали между собой, а континуум спектра 1 идет значительно выше. Все три спектрограммы были получены в течение 10 мин. Так как за такой короткий интервал времени не могло произойти заметных изменений в условиях получения спектрограмм, то можно предположить, что менялся блеск звезды. Изменения в линейчатом спектре подтверждают это предположение. По разности уровней континуу-

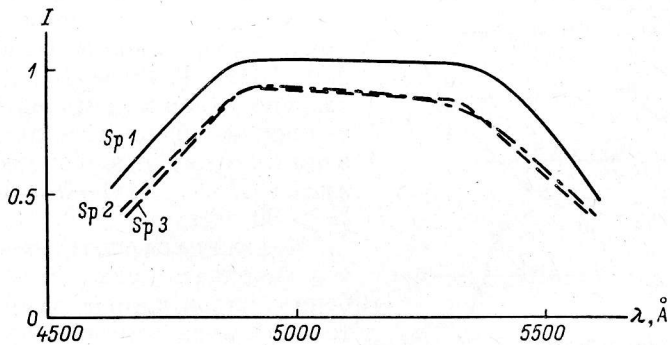


Рис. 1. Сравнение континуумов спектров 1—3.

мов можно было оценить колебание блеска Δm_V , которое составляло примерно 0^m.2. Таким образом, мы имеем дело с колебаниями блеска звезды с характерным временем 3 мин. Был определен относительный спектрофотометрический градиент между спектром 1 и усредненным континуумом спектров 2 и 3 $\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_{2,3} = +0.35$. Отсюда следует, что при уменьшении блеска звезда стала горячее. Это совпадает с выводом работы [3] о том, что во время флуктуаций блеска в минимуме градиент всегда меньше в моменты наименьшего блеска системы, чем в соседних «всплесках» яркости.

На рис. 2, а показана зависимость отношения эквивалентных ширин от потенциала возбуждения ϵ верхнего уровня при уменьшении блеска

ТАБЛИЦА 5

Эквивалентные ширины линий по спектрограммам 8—16

$\lambda, \text{ \AA}$	Элемент	Номер мультиплета	$\epsilon, \text{ эВ}$	$W, \text{ \AA}$								
				Sp 8	Sp 9	Sp 10	Sp 11	Sp 12	Sp 13	Sp 14	Sp 15	Sp 16
5411.5	HeII	2	53.08	+	+	+	+	+	+	0.78	0.47	
5676.0	NII	3	20.56	+?	+?	+	2.67	0.77	0.69	0.44	0.50	
5694.5	HeII	8	54.18	0.55	0.63	+	0.37	0.35	0.33	0.76		
5710.8	NII	3	20.56	0.69	1.50	+?	1.6	+	0.67	0.29	0.63	
5722.6	FeII	58	5.53	+	+	+	+	0.41		0.78	1.42	
5813.7	FeII	163	7.67		1.12		2.08		0.94	0.65		
5876.0	HeI	11	22.97	5.40	4.11	3.48	5.22	4.51	6.51	6.30	6.34	6.56
5927.8	NII	28	23.14	1.46	0.43		0.96	0.98	0.36	—?	0.85	
5952.4	NII	28	23.14	0.93	1.12			0.49	0.51	0.30	0.81	
5960.9	NII	28	23.14	1.03				0.33			0.90	
5991.4	FeII	46	5.20	1.52	1.04		0.33	0.71			1.13	
6036.7	HeII	8	54.06	0.89					0.61		0.59	
6084.1	FeII	46	5.21	1.10	0.87			0.51	0.71		0.92	
6170.6	HeII	8	54.02	0.81	0.59		0.20		0.70	1.56	0.52	
6562.8	H $_{\alpha}$	1	12.04	37.64	39.03	43.30	42.86	43.28	44.79	38.62	43.14	

звезды. Видно, что степень возбуждения спектра возросла: линии с $\epsilon > 30$ эВ усилились, а с $\epsilon < 30$ эВ изменились незначительно. Линии однократно ионизованных металлов ($\epsilon < 10$ эВ) изменились мало. Они, вероятно, возникают в той полусфере холодного компонента системы, которая обращена к горячему компоненту. Ионизирующее излучение последнего вряд ли может проникнуть глубоко в атмосферу холодного компонента. Линии водорода ($\epsilon = 12.69$ эВ) также мало изменились, что объясняется, по-видимому, тем, что водород светится в достаточно обширной зоне: всюду, куда проникает ионизирующее излучение горячего компонента. Сильнее всего изменилась интенсивность линий, возникающих в оболочке горячего компонента. Линии HeI, NII, CII, OII ($\epsilon \sim 30$ эВ) ослабли, что связано с переходом соответствующих элементов в более высокие стадии ионизации, так как одновременно усилились линии HeII, NIII—V, CIII—IV, OV ($\epsilon > 30$ эВ).

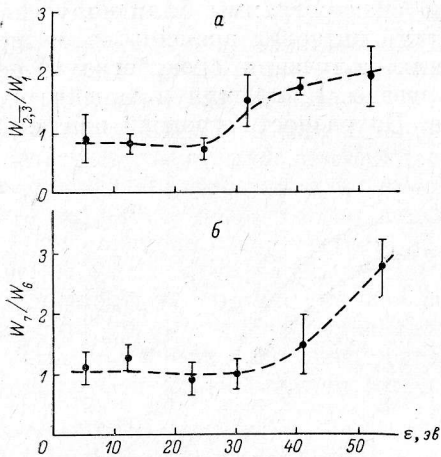


Рис. 2. Изменение отношений $W_{2,3}/W_1$ (а) и W_7/W_6 (б) в зависимости от потенциала возбуждения ϵ верхнего уровня линии при уменьшении блеска.

Континуумы спектров 4 и 5 совпали, и в линейчатом спектре не заметно особенно сильных различий. Продолжительность экспозиции при получении спектрограмм 4 и 5 составляла 6 мин. За это время могли произойти 2—3 колебания блеска, что обусловило некоторое различие интенсивностей бленд в этих спектрах.

Континуумы спектров 6 и 7 различаются по интенсивности, спектр 7 слабее. В этом случае наблюдается зависимость отношений эквивалентных ширин от ϵ : с уменьшением блеска звезды линии с большим ϵ усиливаются (рис. 2, б).

Спектры 8—16 были получены с интервалом 3 мин. На рис. 3, а показано изменение интенсивности континуума. Интенсивность спектра 14 была принята за единицу. Интенсивность континуума измерялась на регистрограммах в нескольких длинах волн. Полученная величина делилась на ин-

тенсивность континуума в спектре 14 в данной длине волны. Усредненное по нескольким длинам волн изменение интенсивности континуума показано на рис. 3, а. Его нельзя отождествлять с кривой блеска, однако характер изменения V -величины оно отражает, по-видимому, правильно.

На рис. 3, а показано также изменение интенсивности эмиссионного спектра (δm_e), где δm_e представляет собой суммарную эквивалентную ширину всех эмиссионных линий в рассматриваемом участке спектра. Видно, что полная интенсивность эмиссионного спектра меняется незначительно, хотя вклад отдельных компонент в величину δm_e заметно изменяется при колебаниях блеска. Характер его изменения отличается от изменения континуума: он быстрее реагирует на процессы, происходящие в системе.

На рис. 3, б показано изменение эквивалентных ширин линий H_α и $\lambda 5876 \text{ HeI}$. Линия HeI выделяется из блеска, основные компоненты которой принадлежат СИИ. Линии СИИ и HeI изменяют свою интенсивность с изменением блеска звезды противоположным образом. Возможно, что незначительное изменение эквивалентной ширины $\lambda 5876 \text{ HeI}$ с изменением блеска объясняется влиянием блендирующих линий.

На рис. 3, в, г, д, е показано изменение линий HeII , NII , FeII и NaI соответственно. Видно, что эквивалентные ширины линий HeII и NII изменяются противоположным образом: первые усиливаются с уменьшением блеска, вторые ослабевают. Линии FeII мало изменяются с изменением блеска звезды. Как отмечалось выше, линии FeII возникают в этой полусфере холодного компонента системы, которая обращена в сторону горячего компонента. Изменение интен-

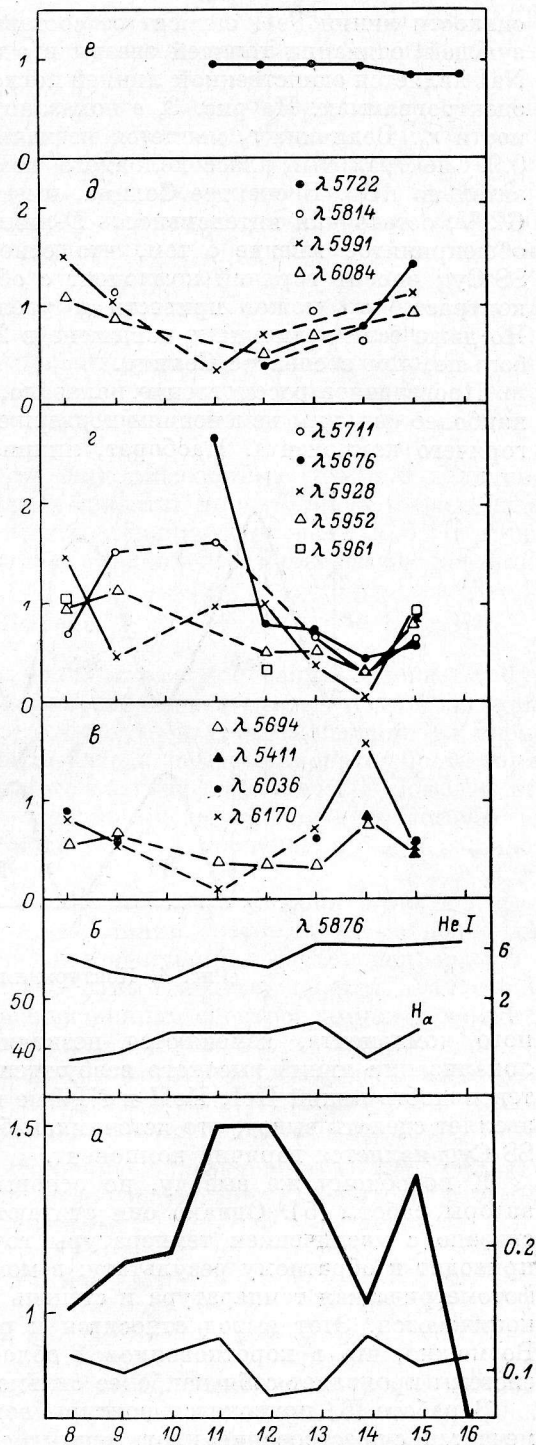


Рис. 3. Изменение линейчатого спектра при колебаниях блеска звезды (по оси абсцисс указаны номера спектрограмм).

а) изменение интенсивности континуума (жирная линия, шкала слева) и эмиссионного спектра (тонкая линия, шкала справа); б) изменение эквивалентной ширины линий H_α (шкала слева) и $\lambda 5876 \text{ HeI}$ (шкала справа); в) — д) изменение эквивалентных ширин линий HeII , NII , FeII соответственно; е) изменение остаточной интенсивности блеска D -линий NaI .

сивности линий FeII зависит от состава и глубины проникновения ионизирующей радиации горячей звезды в атмосферу холодной. Бленда D -линий NaI является единственной линией поглощения, хорошо заметной на наших спектрограммах. На рис. 3, e показано изменение ее остаточной интенсивности r_0 . Величина r_0 меняется незначительно, и ее среднее значение равно 0.9. Спектральный класс холодного компонента в системе SS Cyg приблизительно dG5. В спектре Солнца, имеющего подобный спектральный класс G2 V, остаточная интенсивность D -линий равна ~ 0.04 . Это подтверждает общепринятое мнение о том, что основную долю в наблюдаемый блеск SS Cyg вносит горячий компонент с оболочкой. ЭОП несколько понижает контраст, что может привести к увеличению остаточной интенсивности. Но даже если величина r_0 завышена в 2—3 раза, она остается значительно больше, чем в спектре Солнца.

Проведенное рассмотрение показало, что при колебаниях блеска звезды наиболее сильным изменениям подвержены линии, возникающие в оболочке горячего компонента. Наоборот, линии, возникающие в атмосфере холод-

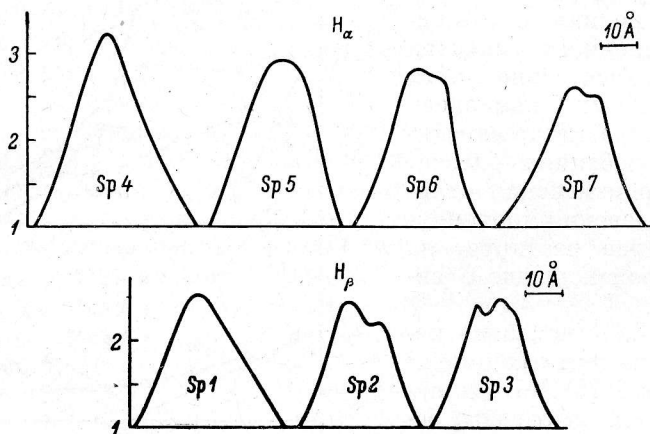


Рис. 4. Контуры линий H_α и H_β .

ного компонента, изменяются незначительно. Предположение о районе локализации линий высокого возбуждения основано на том факте, что интенсивность линий HeI, HeII и NIV не изменяется с фазой [4]. Все это позволяет сделать вывод, что источником быстрых колебаний блеска в системе SS Cyg является горячий компонент.

К подобному же выводу, но основываясь на других данных, пришли авторы работы [5]. Однако они считают, что увеличение яркости системы связано с увеличением температуры горячей звезды, наши же измерения приводят к обратному результату: в моменты повышения яркости спектрофотометрическая температура и степень возбуждения линейчатого спектра понижаются. Этот вывод относится к рассматриваемому участку спектра. Возможно, что в коротковолновой области, в которой горячий компонент системы проявляет себя наиболее сильно, это заключение не будет верным.

В работе [6] приводятся контуры водородных линий H_β , H_γ , H_δ и отмечается существование протяженных крыльев у этих линий. На рис. 4 показаны некоторые контуры линий H_α и H_β . При использованной дисперсии мы не смогли заметить у них протяженных крыльев, но иногда появляется абсорбционный компонент, смещенный относительно центра эмиссионной линии в интервале ± 150 км. Кроме того, некоторые контуры заметно асимметричны. Нам не удалось установить связи между положением и интенсивностью абсорбционного компонента и колебанием блеска системы. Можно только отметить, что контуры водородных линий подвержены быстрым из-

менениям, что связано, по-видимому, с развитой турбулентностью в излучающей области и малым характерным временем жизни излучающего элемента в дискообразной оболочке.

На основании результатов проведенного нами отождествления можно сделать предположение о существовании в системе SS Cyg протяженной околозвездной оболочки типа небольшой газовой туманности, которая, возможно, окружает оба компонента. Происхождение такой туманности может быть различно: из-за потери массы системой через внешние точки Лагранжа; возможно, во время вспышек происходит сброс оболочки, которая затем рассеивается; из-за пролета части газовой струи мимо диска, как указано в работе [7]. Присутствие в спектре SS Cyg большого количества линий, наблюдаемых в спектрах туманностей и в небулярных стадиях новых и новоподобных, а также большого количества запрещенных линий, которые не включены в таблицы из осторожности, дает возможность сделать предположение о существовании такой туманности. Эта гипотеза будет проверяться в дальнейшем.

В работе [8] был оценен вклад (Δm_e) эмиссионных линий в величины U, B, V . Причем оценки $(\Delta m_e)_U$ и $(\Delta m_e)_V$ делались по опубликованным в литературе записям спектра. По имеющимся у нас спектрограммам была вновь оценена величина $(\Delta m_e)_V$. Она оказалась равной 0^m18 , колебания ее невелики и составляют $\pm 0^m05$.

Выводы

Проделанная работа показала, что быстрые колебания блеска SS Cyg в минимуме обусловлены в основном колебаниями континуума. Эмиссионный линейчатый спектр также претерпевает быстрые изменения за время порядка минут. В моменты понижения блеска звезда становится более горячей и степень возбуждения линейчатого спектра возрастает. В моменты повышения блеска картина обратная. Сделано предположение о существовании в системе SS Cyg протяженной околозвездной оболочки типа небольшой газовой туманности.

Рассмотрение области спектра $\lambda 4600-4861 \text{ \AA}$ показало, что в ней расположены многочисленные эмиссионные линии, которые на спектрограммах низкой дисперсии сливаются и дают кажущийся подъем непрерывного спектра (табл. 2 и приложение). Тем самым подтверждается заключение работы [3] о том, что на низкодисперсионных спектрограммах проводить континуум надо ниже, чем это было принято ранее. Это в свою очередь приводит к заключению о достаточно высокой температуре звезды в минимуме блеска и устраняет противоречие между величиной температуры и значительной интенсивностью в ультрафиолетовой области спектра.

В заключение автор приносит глубокую благодарность К. К. Чуваеву за предоставление спектрограмм и полезное обсуждение работы и И. А. Лебедевой за проведение некоторых вычислений.

Приложение

Пояснение к табл. 2

- $\lambda 4676.2$, OII В спектре 1 сильная. В спектре 2 очень ослабела и ее эквивалентная ширина не более 0.4 \AA . В спектре 3 появилась снова. Возможно, что в спектре 3 рядом с ней есть слабая эмиссия и ее эквивалентная ширина завышена.
- $\lambda 4734.1$, FeII Выделяется на фоне сильной бленды. В спектре 2 эта бленда есть, но в ней произошло перераспределение интенсивностей. Возможно, что эквивалентная ширина линии завышена, так как она выделяется из сильной бленды.
- $\lambda 4861.0$, H β — $\lambda 5047.7$, HeI Эта область очень сильно изменяется от спектра к спектру. В спектре 1 много сильных четких пиков. $\lambda 4915$ отожде-

ствить не удалось. В каталоге [1] отмечено, что она наблюдается в спектрах планетарных туманностей. $\lambda 4924$ — это есть бленда FeII 49-го мультиплета и OII 28-го мультиплета. Согласно [1] данная линия часто появляется в спектрах самых разных объектов. Так как бленду разделить не удалось, то ее эквивалентная ширина не определялась. $\lambda 4930 \text{ \AA}$ отождествить не удалось. В каталоге [1] отмечено, что она появляется в спектрах новоподобных звезд. $\lambda 4947.5$ в [1] отождествлена как [FeII] 20-го мультиплета, она наблюдается в спектрах новоподобных. $\lambda 4969$ отождествить не удалось. В [1] отмечено, что эта линия появляется в спектрах планетарных туманностей.

Кроме перечисленных линий, в указанную область попадают многие линии других элементов, которые присутствуют в спектре: FeII, NII, NIII, OII, CrII, TiII. Таким образом, эта область представляет собой сильную бленду.

В спектрах 2 и 3 структура этой области стала иной: некоторые пики пропали, появились новые. Интенсивность пиков уменьшилась, они стали шире и выражены менее четко.

$\lambda 4994.4$, NII Блендируется сильной линией $\lambda 4987.4$ того же мультиплета. Предположить ее присутствие можно во всех трех спектрах, но промерить ее в спектрах 2 и 3 не удалось, тем более что конфигурация бленды сильно изменилась, и в ней, возможно, появились новые компоненты.

$\lambda 5007.3$, NII Присутствует во всех трех спектрах. Она приписана NII, а не [OIII] $\lambda 5006.8$, так как ее интенсивность сильно изменилась за короткое время (~ 3 мин.). Трудно представить, чтобы плотность в излучающей области менялась с такой скоростью. Условия видимости системы SS Cyg исключают действие геометрических факторов. В то же время интенсивность этой линии изменяется синхронно с интенсивностями линий NII: она сильна в спектре 1, и ее интенсивность уменьшилась в спектрах 2 и 3.

$\lambda 5073$, NIV Наиболее уверенно выделяется в спектре 2. Ее эквивалентная ширина, возможно, несколько завышена из-за влияния бленд.

$\lambda 5117.5$ Присутствует во всех трех спектрах. Интенсивность изменяется мало. Отождествить не удалось.

$\lambda 5047.7$ — 5117.5 Эта область претерпевает от спектра к спектру сильные изменения. В спектре 1 интенсивность ее мала, она не имеет четкой структуры и, по-видимому, представляет собой бленду из слабых эмиссионных линий. В спектре 2 интенсивность ее заметно возросла, но структура по-прежнему неотчетлива. В спектре 3 в этой области появились три четких пика: $\lambda\lambda 5058.6$; 5070 ; 5094 . В каталоге [1] этим линиям не дано отождествления, но указано, что $\lambda 5058.6$ наблюдается в спектрах новоподобных; линия 5070 , возможно, является линией FeII $\lambda 5071$; $\lambda 5094$ наблюдается в спектрах планетарных туманностей.

$\lambda 5143.5$, CII Это бленда из линий CII 16-го мультиплета. В спектрах 2 и 3 структура этой области сильно изменилась: появились новые пики, один из которых $\lambda 5133.6$ согласно [1] наблюдается в спектрах планетарных туманностей. Линии CII в спектрах 2 и 3 сильно ослабли.

$\lambda 5163.0$ Отождествить не удалось. Возможно, это линия $\lambda 5162$, наблюдаемая в спектрах планетарных туманностей. В спектре 3 ее интенсивность сильно возросла.

$\lambda 5178.7$, FeII В спектре 2 ослабла и, по-видимому, отсутствует, в спектре 3 появился новый сильный пик, отождествить который не удалось ($\lambda \approx 5179$).

$\lambda 5222$ Отождествить не удалось. Возможно, это линия $\lambda 5221$, наблюдаемая в спектрах газовых туманностей.

$\lambda 5226.5$, TiII Присутствует во всех спектрах, но выделить из бленды трудно.

$\lambda 5234.6$, FeII Конфигурация бленды, в которую входит эта линия, в спектрах 2 и 3 сильно изменилась. Если в спектре 2 линия присутствует,

- то ее интенсивность уменьшилась по сравнению со спектром 1.
- λ 5242.0 Отождествить не удалось. Присутствует во всех спектрах, но выделить из бленды трудно.
 - λ 5264.8, FeII Линия слабая. В спектрах 2 и 3, по-видимому, отсутствует.
 - λ 5272.6, SiII В спектре 1 отсутствует. Ее эквивалентная ширина, возможно, несколько завышена, так как она выделяется из бленды неуверенно.
 - λ 5288.6 Отождествить не удалось. В [1] отмечено, что эта линия присутствует в спектрах новоподобных. Так как выделить из бленды трудно, ее эквивалентная ширина не определялась.
 - λ 5305.3, OIV Присутствует во всех спектрах, но в спектрах 2 и 3 она в составе сильной бленды, из которой ее выделить трудно. Можно только сказать, что ее интенсивность, по-видимому, возросла.
 - λ 5308.4, SrII В спектрах 2 и 3 нельзя ничего сказать о присутствии этой линии. Она должна входить в бленду, в которой нет соответствующего пика.
 - λ 5316.8, FeII Присутствует во всех спектрах, но выделяется из бленды с трудом, особенно в спектре 1. Ее эквивалентная ширина, возможно, несколько завышена.
 - λ 5336.8, TiII+SiII Бленда, которую не удалось разделить, поэтому ее эквивалентная ширина не определялась. Присутствует во всех спектрах.
 - λ 5352.0, OV В спектре 1 отсутствует.
 - λ 5362.9, FeII В спектрах 2 и 3 выделялась из бленды, поэтому ее эквивалентная ширина, возможно, завышена.
 - λ 5402.0 Отождествить не удалось. Присутствует во всех спектрах. Согласно [1] присутствует в спектрах планетарных туманностей.
 - λ 5418.8, TiII Выделяется из бленды, поэтому ее эквивалентная ширина определена неуверенно.
 - λ 5425.3, FeII Выделяется из бленды, поэтому ее эквивалентная ширина определена неуверенно.
 - λ 5477.7, FeII По-видимому, присутствует во всех спектрах, но в спектрах 2 и 3 выделить из бленд трудно.
 - λ 5530.0, NII Бленда линий NII 63-го мультиплета.
 - λ 5577.4, [OI] Линия ночного неба.

П о я с н е н и я к т а б л. 3

- λ 6959.3, SiII Присутствует в обоих спектрах, но в спектре 4 ее не удалось выделить из бленды. Согласно [1] появляется в спектрах звезд WR(C).
- λ 6966.9, FeII Присутствует в обоих спектрах, но в спектре 4 ее не удалось выделить из бленды. Появляется в спектрах новоподобных [1].
- λ 6563—7100 Конфигурация бленд в этой спектральной области различается не сильно в спектрах 4 и 5, но заметно меняется интенсивность пиков. Большинство пиков интенсивности отождествить не удалось.

П о я с н е н и я к т а б л. 4

- λ 5876, HeI Блендирована линией λ 5890 (SiII). В спектре с коротковолновой стороны появилась еще одна блендирующая компонента, отождествить которую не удалось.
- λ 5931.8, NII Бленда линий NII 28-го мультиплета, указана длина волны наиболее сильного компонента бленды.
- λ 6049 Отождествить не удалось. В [1] указано, что эта линия наблюдается в спектрах планетарных и газовых туманностей.
- λ 5991—6049 В спектре 6 эта область не имеет четкой структуры. Выделяется пик λ 6030, который возникает, по-видимому, из-за засветки неба городскими огнями. В спектре 7 интенсивность возросла от λ 5993 в длинноволновую сторону, но структура области по-прежнему не-

- четкая. Выделяется пик λ 6034. Это, по-видимому, λ 6034.3. Отождествить ее не удалось. В [1] отмечено, что она наблюдается в спектрах планетарных туманностей.
- λ 6122+6131, MnII Бленда линий MnII 13-го мультиплета. Отмечены наиболее сильные компоненты бленды. В спектре 7 присутствует, но интенсивность ее уменьшилась.
- λ 6147.7, FeII }
 λ 6149.2, FeII } Все эти линии хорошо различимы в спектре 6. В спектре 7
 λ 6178.1, FeII } они присутствуют, но их трудно выделить из бленд.
 λ 6185.3, FeII }
- λ 6211.0 Отождествить не удалось. В [1] указано, что эта линия наблюдается в спектрах газовых туманностей.
- λ 6233.8, HeII Присутствует в обоих спектрах. Блендируется линией λ 6235.5 CII. В спектре 6 выделить из бленды не удалось, но можно предположить, что ее интенсивность в спектре 6 меньше, чем в спектре 7.
- λ 6247.7, FeII В спектре 7, по-видимому, присутствует, но выделить из бленды не удалось.
- λ 6122 — 6247.6 Конфигурация этой области заметно изменилась. Многие пики интенсивности, отмеченные выше, в спектре 7 или ослабли, или потерялись в блендах. Появились новые пики. Конфигурация бленды, содержащей линию 6233.8 HeII, также сильно изменилась: она усилилась, а пики стали менее четкими.
- λ 6285, O₂ Теллурическая полоса.
- λ 6453.9, NIII Эквивалентная ширина, возможно, несколько завышена из-за блендирования слабыми линиями NIII и FeII.
- λ 6491.3, FeII В спектре 7, возможно, присутствует, но теряется в бленде.
- λ 6595.0 Отождествить не удалось.
- λ 6234 — 6563 Кроме некоторого изменения интенсивности пиков в спектре 7, по сравнению со спектром 6, можно отметить новые сильные эмиссионные детали. На месте теллурической полосы поглощения появились линии $\lambda\lambda$ 6269; 6290 и 6296. Отождествить их не удалось. Согласно [1] линия λ 6269 присутствует в спектрах новоподобных. Появились две сильные асимметричные бленды $\lambda\lambda$ 6364 и 6380. В сильной бленде со средней длиной волны λ 6415 (спектр 6) в спектре 7 появились три узких пика: $\lambda\lambda$ 6414; 6421 и 6429, отождествить которые не удалось.
- λ 6610.6, NII Выделяется из бленды, поэтому значение эквивалентной ширины определено неуверенно.
- λ 6660.0 Отождествить не удалось. Согласно [1] наблюдается в спектрах планетарных туманностей.
- λ 6678.1, HeI В спектре 7 выделяется из сильной бленды, поэтому ее эквивалентная ширина, возможно, завышена.
- λ 6827.0 Отождествить не удалось. Согласно [1] присутствует в спектрах Новых.
- λ 6847.0, OII }
 λ 6869.7, OII } В спектре 7 присутствуют, но их трудно выделить из бленд.
- λ 6885, O₂ Теллурическая полоса.
- λ 6890.9, HeII В спектре 7, по-видимому, присутствует.
- λ 6906.5, OII Бленда линий OII 45-го мультиплета. Указана длина волны наиболее сильной компоненты.
- λ 6972.0 Отождествить не удалось. В [1] указано, что эта линия наблюдается в спектрах звезд WR (C).

П о я с н е н и я к т а б л . 5

- λ 5411.5, HeII По-видимому, присутствует во всех спектрах.
- λ 5577.4, [OI] Линия ночного неба.
- λ 5676.0, NII В спектрах 8—10 не удалось выделить из бленд.
- λ 5813.7, FeII В спектре 11 выделяется из бленды, поэтому значение экви-

валентной ширины, вероятно, завышено.

λ 5876.0, HeI Выделяется из бленды. Основными компонентами бленды являются линии СIII.

λ 5411 — 6171 Структура и интенсивность этой области заметно меняется от спектра к спектру: при увеличении блеска интенсивность эмиссионного спектра возрастает, при уменьшении ослабевает. Многочисленные эмиссионные пики в этой области спектра представляют собой сильные бленды, поэтому выделить из них отдельные линии трудно.

Литература

1. Meinel A. B., Aveni A. F., Stockton M. W., Catalog of emission lines in astrophysical objects. 2d ed. Tucson, 1969, 174 p.
2. Войханская Н. Ф. О линейчатом спектре SS Cyg. — Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 1972, 4, с. 106—114.
3. Войханская Н. Ф. Спектрофотометрическое исследование SS Cyg. — Астрон. ж., 1973, 50, вып. 4, с. 786—791.
4. Войханская Н. Ф. Горячее пятно в тесной двойной системе SS Cyg. — Астрон. цирку., 1973, № 801, с. 5—7.
5. Walker M. F., Chincarini G. Image-tube spectroscopic studies of rapid variables. I. Spectroscopic and photometric observations of SS Cygni. — Astrophys. J., 1968, 154, No. 1, p. 157—178.
6. Elvey C. T., Vabsock H. W. The spectra of U Geminorum type variable stars. — Astrophys. J., 1943, 97, No. 3, p. 412—425.
7. Федорова А. В. Потеря газа тесными двойными системами. — Вестн. ЛГУ, сер. математика, механика, астрономия, 1973, № 19, с. 138—144.
8. Войханская Н. Ф. О некоторых особенностях вспышек SS Cyg. — Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 1974, 6, с. 7—10.

Апрель 1974 г.