

## О ЛИНЕЙЧАТОМ СПЕКТРЕ SS Cyg

Н. Ф. Войханская

Изучался линейчатый спектр звезды SS Cyg в минимуме блеска и во время трех вспышек. Проведено отождествление и определены эквивалентные ширины эмиссионных линий и линий поглощения. Показано, что в минимуме блеска звезда является спектрально-переменной. Изменения в спектре во время всех трех вспышек были одинаковы. Их зависимости от вида вспышки не обнаружено.

The line spectrum of SS Cyg has been studied at the minimum light and during three flares of it. An identification of emission and absorption lines is carried out and their equivalent widths are determined. The star is shown to be a spectral variable at the minimum light. Variations in spectrum during all three flares proved to be similar. Their dependence on the kind of flare is not discovered.

SS Cyg — самая яркая и поэтому изучавшаяся больше других звезд типа U Gem. Ее непрерывный спектр изучался неоднократно, линейчатый же спектр достаточно подробно описан лишь в двух работах [1, 2].

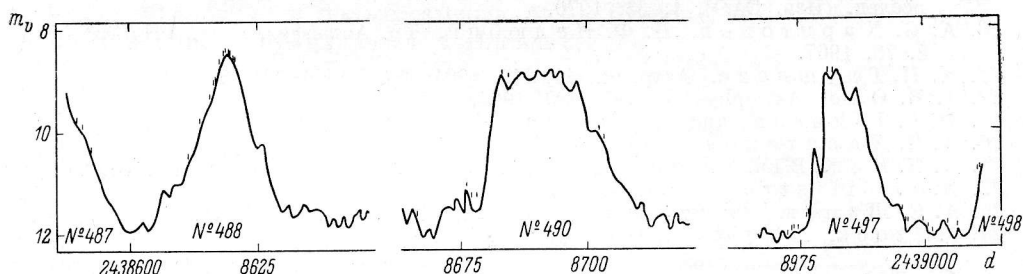


Рис. 1. Кривые блеска изучавшихся вспышек SS Cyg.

Вертикальными черточками отмечены моменты получения спектрограмм.  $d$  — юлианская дата.

В настоящей работе исследуется линейчатый спектр SS Cyg и его изменение с изменением блеска звезды.

В качестве наблюдательного материала использовались бесщелевые спектрограммы, полученные в 1964—1965 гг. Р. А. Бартая на 70-сантиметровом менисковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории. Дисперсия у  $H_\gamma$  составляет  $166 \text{ \AA}/\text{мм}$ ; предел спектра с коротковолновой стороны, обусловленный пропусканием объективной призмы и оптики телескопа, около  $3500 \text{ \AA}$ . Данные о спектрограммах приведены в табл. 1. Величины  $m_v$  брались из [3, 4]. Оттуда же заимствована нумерация вспышек. Кривые блеска трех изучавшихся вспышек приведены на рис. 1. Все вспышки имеют разную форму и продолжительность.

ТАБЛИЦА 1

## Данные об использованных спектрограммах

Номер спектрограммы	Дата	Выдержка, мин.	$m_p$	Тип эмульсии	Номер спектрограммы	Дата	Выдержка, мин.	$m_p$	Тип эмульсии
1964					4444	3 XI	6	9.84	OaO
					4445	3 XI	4	9.85	OaO
4148	12 VII	20	9.79	AA	4461	4 XII	15	11.37	OaO
4154	13 VII	25	9.94	AA	4462	4 XII	10	11.37	OaO
4164	15 VII	20	10.48	AA	4478	5 XII	20	10.98	OaO
4174	3 VIII	15	10.56	OaO	4479	5 XII	13	10.98	OaO
4183	5 VIII	10	9.87	OaO	1965				
4191	7 VIII	5	9.41	OaO	4772	30 VII	20	11.78	OaO
4193	7 VIII	10	9.38	OaO	4781	31 VII	35	11.69	OaO
4201	8 VIII	3	9.14	OaO	4782	31 VII	25	11.69	OaO
4202	8 VIII	5	9.05	OaO	4786	1 VIII	40	11.71	OaO
4206	8 VIII	5	9.02	OaO	4798	3 VIII	60	11.52	OaO
4210	9 VIII	5	8.73	AA	4799	3 VIII	40	11.46	OaO
4223	10 VIII	3	8.52	OaO	4801	7 VIII	40	8.60	OaO
4224	10 VIII	2	8.49	OaO	4805	8 VIII	1	8.60	OaO
4233	11 VIII	3	8.49	OaO	4806	8 VIII	3	8.60	OaO
4236	11 VIII	2	8.50	OaO	4824	22 VIII	35	11.38	OaO
4243	12 VIII	2	8.63	OaO	4828	23 VIII	50	11.71	OaO
4244	12 VIII	3	8.64	OaO	4829	23 VIII	60	11.71	OaO
4245	12 VIII	20	8.65	OaF	4838	26 VIII	60	11.54	OaO
4247	12 VIII	5	8.66	OaO	4839	26 VIII	50	11.54	OaO
4248	12 VIII	15	8.67	OaF	4848	27 VIII	60	11.74	OaO
4297	27 IX	8	11.32	OaO	4849	27 VIII	60	11.74	OaO
4310	7 X	40	10.78	AA	4858	28 VIII	60	11.77	OaO
4315	8 X	60	11.18	AA	4859	28 VIII	60	11.77	OaO
4327	9 X	19	11.17	OaO	4870	31 VIII	44	11.62	OaO
4359	14 X	10	8.58	OaO	4875	2 IX	50	11.66	OaO
4366	15 X	2	8.82	OaO	4876	2 IX	60	11.66	OaO
4367	15 X	5	8.82	OaO	4897	6 IX	50	10.85	OaO
4434	2 XI	5	9.66	OaO	4898	6 IX	60	10.66	OaO
4437	2 XI	5	9.67	OaO					
4443	3 XI	10	9.82	OaO					

## СПЕКТР SS Cyg В МИНИМУМЕ БЛЕСКА

Самая характерная особенность спектра SS Cyg в минимуме блеска — сильные эмиссионные линии водорода. Кроме них наблюдателями отмечались также линии HeI  $\lambda\lambda$  4471 и 4026 Å, линия K CaII и линия HeII  $\lambda$  4686 Å. Путем сопоставления спектрограмм, полученных в минимуме блеска звезды, нам удалось выявить дополнительно еще ряд слабых эмиссионных линий. В частности, удается отождествить все линии HeI, которые могут наблюдаться в изучаемой области спектра и не блендируются полностью линиями водорода:  $\lambda\lambda$  4471, 4026, 3819 Å ( $2^3P_{0,1,2} - n^3D_{1,2,3}$ );  $\lambda\lambda$  4713, 4120, 3867 Å ( $2^3P_{0,1,2} - n^3S_1$ );  $\lambda\lambda$  4437, 4168 Å ( $2^1P_1 - n^1S_0$ );  $\lambda\lambda$  4387, 4143, 4009 Å ( $2^1P_1 - n^1D_2$ ). Очень заметна линия  $\lambda$  4060 Å. О ее отождествлении будет сказано ниже.

В области между линиями  $H_\beta$  и  $H_\gamma$  замечен значительный подъем спектра. Существование этого «горба» очень трудно объяснить наличием какого-то дополнительного непрерывного излучения, но он естественно объясняется, если считать, что он обусловлен сгущением многочисленных эмиссионных линий. Подробно этот вопрос будет рассмотрен ниже.

Соотношением интенсивностей линий H и HeI, а также присутствием линии HeII  $\lambda$  4686 Å спектр SS Cyg в минимуме блеска напоминает спектр

новых в орионовой стадии. Эта стадия, как известно, характеризуется появлением линий ионов высокого возбуждения: OII, CII и CIII, NII и NIII, а иногда и NIV. Кроме линий этих ионов в орионовом спектре присутствуют многочисленные эмиссионные линии FeII, которые, однако, значительно слабее, чем в предыдущих стадиях развития новой.

Сопоставив спектрограммы, полученные в минимуме блеска SS Cyg, мы постарались отыскать наиболее интенсивные линии следующих элементов и ионов: CI—CV, NI—NV, OI—OV. Оказалось, что в спектре SS Cyg, по-видимому, присутствуют линии CIII и CIV, NIII и NIV, OII. Наиболее сильные линии FeII лежат за пределами изучавшейся области спектра.

Большинство наиболее интенсивных линий рассматриваемых элементов и ионов попадает в область между линиями  $H_\beta$  и  $H_\gamma$ . Здесь же располо-

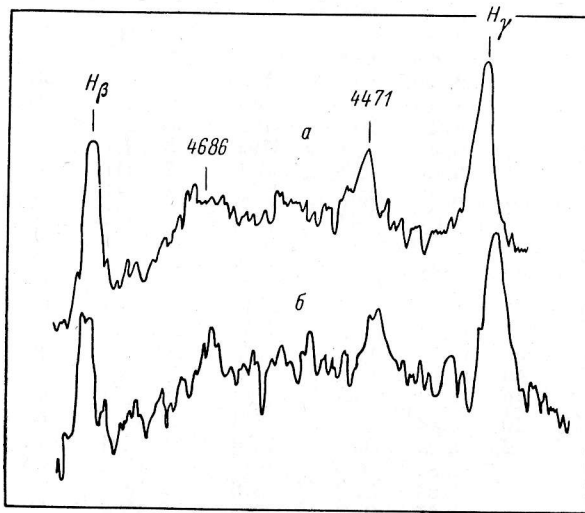


Рис. 2. Регистрограммы области спектра SS Cyg между линиями  $H_\beta$  и  $H_\gamma$  в минимуме блеска.

жены сильные линии HeI  $\lambda\lambda$  4713 и 4471 Å и линия HeII  $\lambda$  4686 Å. Сгущение многочисленных эмиссионных линий, не разрешаемых при нашей дисперсии, и вызвало, по нашему мнению, кажущийся подъем спектра в области между  $H_\beta$  и  $H_\gamma$ . Детальному отождествлению в этой спектральной области мешает то, что ее структура заметно различается на разных, даже полученных в течение одной ночи, спектрограммах. Мы обратили внимание на то, что среди спектрограмм, полученных в минимуме блеска звезды, имеются такие, на которых структура рассматриваемой области во многом повторяется; им уделялось основное внимание.

Область спектра между  $H_\beta$  и  $H_\gamma$  распадается на три широкие полосы (рис. 2, a): первая — с центром  $\lambda$  4686 Å — имеет ширину примерно 100 Å, вторая — с центром  $\lambda$  4580 Å — шириной около 50 Å и третья — с центром  $\lambda$  4471 Å — шириной примерно 60 Å.

Первая полоса составлена сильными линиями HeII  $\lambda$  4686 Å, HeI  $\lambda$  4713 Å, хорошо известным мультиплетом NIII  $\lambda$  4630 Å и некоторыми линиями OII. Не исключено, что здесь присутствуют линии CIII и CIV.

В пределах второй полосы у рассмотренных выше атомов и ионов нет линий заметной интенсивности. Р. Крафт [5] в спектре U Gem нашел здесь слабые эмиссионные линии, которые он приписал FeII. В спектре

новых в орионовой стадии в этой области расположены многочисленные линии FeII. Возможно, что вторая полоса образована линиями FeII.

В третьей полосе доминирует сильная линия HeI  $\lambda 4471 \text{ \AA}$ ; возможно также присутствие здесь некоторых линий OII и FeII. Следует отметить, что линия HeI  $\lambda 4471 \text{ \AA}$  на всех спектрограммах blendируется с красной стороны какой-то линией заметной интенсивности. Возможно, это линия Mg II  $\lambda 4481 \text{ \AA}$ .

На некоторых спектрограммах первая и третья полосы сохраняются, но становятся уже по сравнению со случаем, подобным показанному на рис. 2, а, и между ними появляются три более слабые полосы с центрами примерно  $\lambda 4626$ ,  $\lambda 4586$  и  $\lambda 4506 \text{ \AA}$  (рис. 2, б). Первую из них, по-видимому, следует приписать NIII, а остальные две, по соображениям, упомянутым выше, — FeII. В работе [6] приведена регистрограмма спектра SS Cyg в минимуме блеска. В области между линиями  $H_\beta$  и  $H_\gamma$  отчетливо видны несколько пиков с центрами  $\lambda\lambda 4686$ ,  $4626$ ,  $4565$  и  $4471 \text{ \AA}$ . Положение пиков хорошо соответствует структуре этой области, четко выявляющейся на наших спектрограммах.

Что касается линии  $\lambda 4060 \text{ \AA}$ , то это, вероятно, линия NIV  $\lambda 4058 \text{ \AA}$ , хорошо известная в спектрах звезд WN. Ее можно было бы считать линией CIII  $\lambda 4069 \text{ \AA}$  или линией OII  $\lambda 4075 \text{ \AA}$ , но они хуже соответствуют наблюдаемой по длине волны. Как будет показано ниже, интенсивности эмиссионных линий в минимуме блеска меняются. По-видимому, бывают моменты усиления линий CIII и OII и тогда линии  $\lambda\lambda 4069$  и  $4075 \text{ \AA}$ , сливаясь с линией NIV  $\lambda 4058 \text{ \AA}$ , образуют у  $H_\delta$  сильное крыло с коротковолновой стороны (рис. 3, а). Запрещенных линий в спектре SS Cyg в минимуме блеска мы не обнаружили ни на наших, ни на каких-либо ранее опубликованных регистрограммах. Поэтому линию  $\lambda 4060 \text{ \AA}$  нельзя, как нам кажется, считать запрещенной линией [SII]  $\lambda 4068 \text{ \AA}$ .

Как известно, кроме эмиссионных линий, в спектре SS Cyg в минимуме блеска присутствуют слабые линии поглощения. К сожалению, при применявшейся дисперсии мы не смогли обнаружить этих слабых линий. Единственной линией поглощения, которая заметна на некоторых спектрограммах, является  $\lambda 4227 \text{ \AA}$  CaI.

#### СПЕКТР SS Cyg В МАКСИМУМЕ БЛЕСКА

При возрастании блеска звезды эмиссионные линии в ее спектре слабеют и при  $m_p \approx 9.7 \div 10^m$  сменяются линиями поглощения. В максимуме блеска видны только очень широкие и мелкие линии водорода. Их полуширина составляет несколько десятков ангстрем, а иногда доходит до  $100 \text{ \AA}$ .

При уменьшении блеска звезды вся картина изменений в ее спектре повторяется в обратном порядке.

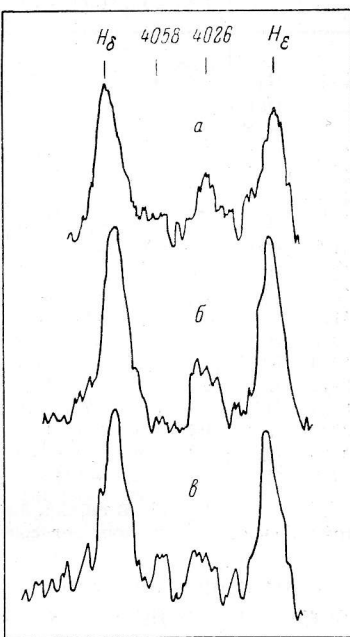


Рис. 3. Регистрограммы области спектра SS Cyg между линиями  $H_\delta$  и  $H_\epsilon$  в минимуме блеска.

Вспышка № 488. Эта вспышка отличается от других сравнительно медленным подъемом блеска, что дало возможность получить серию спектрограмм для восходящего участка кривой блеска. Эквивалентные ширины  $W$  эмиссионных линий и линий поглощения, определенные по этим спектрограммам, приведены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2  
Эквивалентные ширины  $W$  линий в период вспышки № 488

$\lambda$ , Å	Ото- жде- ствле- ние	Номер спектрограммы												
		4148	4154	4164	4174	4183	4201	4202	4206	4210	4223	4224	4233	4236
4861	H $\beta$	—	4.2	—	27.7	12.2	—	—	—	-2.0	—	—	—	—
4713	HeI	—	—	—	3.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4686	HeII	—	—	—	14.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4471	HeI	—	—	1.4	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4437	HeI	—	—	—	3.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4387	HeI	—	—	—	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4340	H $\gamma$	6.1	6.6	5.9	34.1	6.0	-5.2	-1.9	-2.1	-5.5	—	-3.1	-2.4	—
4168	HeI	—	—	—	1.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4143	HeI	—	—	—	1.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4120	HeI	—	—	—	2.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4102	H $\delta$	3.6	4.2	5.1	23.2	4.1	-7.6	-3.6	-3.8	-5.5	-4.0	-3.4	-2.6	-6.5
4026	HeI	—	—	2.3	4.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4009	HeI	—	—	0.8	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3970	H $\epsilon$	2.2	4.1	4.6	14.4	2.4	-5.5	-1.3	-2.5	-10.3	-5.2	-4.5	-5.1	-3.9
3934	CaII	—	3.0	1.8	4.8	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—
3889	H $\delta$	1.7	2.9	2.4	11.9	2.3	-4.7	-1.2	-2.4	-4.7	-3.3	—	—	-3.5
3835	H $\epsilon$	2.1	1.9	—	6.5	—	—	—	-2.1	-6.3	—	—	—	-3.1
3798	H $\zeta$	—	1.5	—	—	—	—	—	—	-3.8	—	—	—	—

П р и м е ч а н и е. В табл. 2, 3 и 4 положительные значения относятся к эмиссионным линиям, отрицательные — к линиям поглощения.

Замещение эмиссионных линий линиями поглощения происходило постепенно, начиная с  $m_v \approx 10_m$ . Прежде чем первые сменились вторыми, звезда прошла стадию, когда профили линий ее спектра имели вид, представленный на рис. 4. Вскоре после максимума блеска (спектрограммы №№ 4243—4248) в центре линий поглощения появились эмиссионные ядра и профили линий снова приобрели вид, показанный на рис. 4. Возможно, что эмиссия все время присутствует в линиях поглощения, но не проявляется явно. Ее влиянием можно объяснить очень плоское дно профилей линий поглощения, а также тот факт, что первые линии бальмеровской серии имеют меньшую эквивалентную ширину, чем линии более высоких номеров.

Темп возрастания эквивалентных ширин  $W_e$  эмиссионных водородных линий при увеличении и темп убывания  $W_e$  при уменьшении  $m_v$  примерно одинаковы. Зависимости от номера линии как будто не наблюдается.

Эквивалентные ширины линий поглощения  $W_a$  изменяются с изменением  $m_v$  сложным образом (рис. 5). Возможно, такое поведение  $W_a$  обусловлено наложением на линию поглощения эмиссии, интенсивность которой меняется.

В тех случаях, когда профили линий имели вид, показанный на рис. 4, их эквивалентные ширины не определялись. Поэтому в табл. 2 приведены данные не для всех спектрограмм, указанных в табл. 1. Эмиссионные линии HeI и HeII не измерялись потому, что при уменьшении  $m_v$  они, как и линии водорода, ослабевали и их становилось трудно выделить на фоне шумов. Упомянутый ранее подъем спектра между H $\beta$  и H $\gamma$  сохранялся все время, пока в спектре присутствовали эмиссионные линии, но его

структура становилась настолько неотчетливой, что выделить отдельную линию не представлялось возможным. Поэтому в табл. 2 отсутствие  $W_e$  для линий HeI и HeII чаще всего означает невозможность их измерения, а не то, что этих линий в спектре нет.

ТАБЛИЦА 3  
Эквивалентные ширины  $W$  линий в период вспышки № 490

$\lambda, \text{Å}$	От- жде- стvie- ние	Номер спектрограммы												
		4297	4310	4315	4327	4434	4437	4443	4444	4445	4461	4462	4478	4479
4861	H $\beta$	49.8	—	—	33.6	13.7	5.3	6.8	12.0	15.7	17.4	23.4	17.0	22.4
4713	HeI	7.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.1	—	—
4686	HeII	7.9	—	—	—	—	5.0	—	—	6.5	8.0	7.5	—	9.2
4471	HeI	16.5	8.1	8.8	13.9	—	3.3	—	—	4.2	8.5	8.9	10.0	11.2
4437	HeI	—	—	—	—	—	—	—	—	2.2	0.9	—	—	3.6
4387	HeI	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	2.0	2.3	—	3.1
4340	H $\gamma$	61.0	30.6	46.0	65.5	9.0	9.9	6.6	11.1	16.6	31.5	25.2	34.0	31.0
4102	H $\delta$	35.4	26.4	45.8	32.9	10.0	6.0	5.3	9.1	6.8	22.8	16.7	17.5	12.6
4058	NIV	—	1.7	—	1.7	—	—	—	—	—	1.0	1.8	—	—
4026	HeI	5.3	4.3	5.3	6.3	—	—	—	3.1	2.0	4.8	—	2.7	3.0
3970	H $\epsilon$	19.7	17.6	22.0	35.7	6.8	4.7	4.7	8.8	7.8	15.9	10.5	13.9	15.4
3934	CaII	2.9	4.7	4.8	6.4	3.4	1.7	1.2	2.9	1.5	2.1	3.7	2.1	2.5
3889	H $\delta$	11.3	12.9	13.9	18.9	9.0	5.9	5.0	8.2	5.4	8.5	6.5	9.1	11.1
3835	H $\epsilon$	—	7.8	5.4	8.6	5.2	—	2.1	6.5	4.4	3.5	2.8	4.6	5.9
3798	H $_{10}$	—	4.1	2.5	3.0	3.5	—	—	3.0	—	2.1	—	—	—
3771	H $_{11}$	—	2.4	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Вспышка № 490. Эквивалентные ширины эмиссионных линий в спектрах этой вспышки приведены в табл. 3. На спектрограммах, полученных в максимуме блеска (№№ 4359—4367), линии имели характерный профиль, приведенный на рис. 4, поэтому их эквивалентные ширины не определялись.

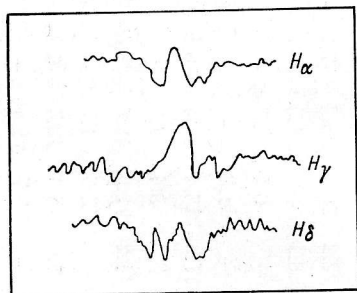


Рис. 4. Примеры профилей водородных линий в период смены одного вида спектра другим.

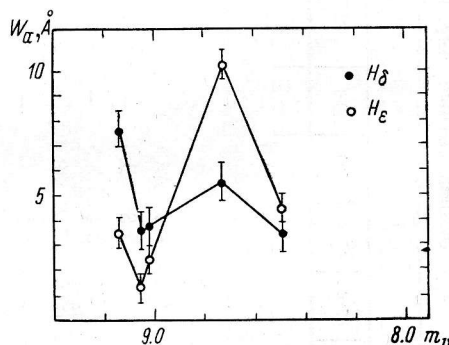


Рис. 5. Изменение эквивалентных ширины  $W_a$  линий поглощения водорода с изменением  $m_D$ .

За величину ошибки принималась максимальная разность величин  $W_a$ , определенных по спектрограммам, полученным в одну ночь.

За несколько дней до вспышки произошло некоторое увеличение блеска — небольшая предвспышка примерно на 0<sup>m</sup>.5. Эквивалентные ширины эмиссионных линий во время предвспышки практически не отличаются от значений  $W_e$  в минимуме блеска.

Вспышка № 497. Величины  $W_e$  и  $W_a$  для спектров этой вспышки приведены в табл. 4. В минимуме блеска эквивалентные ширины эмиссионных



Эквивалентные ширины  $W$  линий в период вспышки № 497

$\lambda$ , Å	Отожде- ствление	Номер спектрограммы																						
		4772	4781	4782	4786	4798	4799	4801	4803	4824	4828	4829	4838	4839	4848	4849	4858	4859	4870	4875	4876	4897	4898	
4861	H <sub>9</sub>	21.6	25.4	21.8	27.0	35.6	38.0	—	—	30.6	40.2	37.2	36.2	30.6	34.0	30.4	35.0	34.4	42.8	33.2	26.6	16.8	16.6	—
4713	HeI	4.3	9.0	6.4	—	5.8	4.7	—	—	6.8	4.1	3.6	2.6	2.9	9.8	3.0	9.0	5.8	4.6	3.8	3.4	3.2	—	—
4686	HeII	7.7	10.0	12.3	5.9	7.1	7.7	—	—	7.2	8.0	11.7	7.3	9.5	6.3	13.6	7.8	7.2	10.2	10.0	9.4	9.7	7.1	—
4471	HeI	18.7	20.4	13.7	11.0	16.7	15.1	—	—	15.4	14.9	12.7	15.3	16.7	17.8	18.8	26.3	20.4	24.6	18.6	22.3	10.4	10.2	—
4437	HeI	2.3	4.5	3.0	—	2.8	2.6	—	—	3.1	2.1	5.3	2.2	2.7	3.7	3.4	5.6	4.6	5.5	4.7	3.9	3.3	—	—
4387	HeI	5.0	4.0	3.6	—	3.4	3.5	—	—	7.8	3.6	4.0	3.7	3.7	3.1	6.2	3.2	5.0	7.5	4.5	3.7	—	3.1	—
4340	H <sub>7</sub>	44.6	45.4	38.2	36.0	46.2	33.6	-6.5	-6.9	43.6	48.2	44.8	51.2	44.6	41.2	57.6	68.6	50.2	55.4	53.4	42.8	30.6	22.6	—
4168	HeI	0.9	0.9	1.8	—	1.2	—	—	—	2.2	—	1.1	—	1.0	3.7	2.0	1.2	2.5	2.5	1.0	1.0	1.2	—	—
4143	HeI	1.6	1.3	0.5	—	1.9	1.1	—	—	1.0	0.9	1.2	1.5	1.8	2.3	2.7	1.6	2.5	2.1	1.9	2.7	1.4	—	—
4120	HeI	3.4	1.1	1.5	—	1.2	1.5	—	—	—	1.5	0.7	2.1	1.4	1.0	1.2	2.1	2.1	1.5	2.4	2.6	1.7	—	—
4102	H <sub>6</sub>	20.4	31.2	24.8	22.2	26.2	28.2	-7.2	-11.5	25.6	35.4	24.8	33.0	31.0	25.2	38.8	41.6	37.2	42.6	34.8	31.6	17.4	12.6	—
4058	NIV	—	—	2.1	3.1	—	1.5	—	—	2.5	—	3.5	1.5	1.8	1.7	—	1.9	1.7	2.5	3.7	2.2	1.5	—	—
4026	HeI	2.4	4.3	4.5	—	6.4	2.7	—	—	3.5	7.3	3.8	2.1	4.3	5.6	6.2	8.2	4.5	7.4	3.7	5.2	1.6	2.1	—
4009	HeI	0.7	1.3	1.0	—	1.3	—	—	—	1.9	1.9	1.3	1.5	2.5	2.3	3.6	2.6	1.4	—	2.1	2.5	0.8	1.4	—
3970	H <sub>5</sub>	15.6	22.2	18.8	17.6	18.4	18.4	-6.1	-6.5	10.4	31.0	19.0	22.2	20.0	20.6	22.0	26.0	27.6	26.6	24.6	18.6	14.6	10.2	—
3934	CaII	3.8	5.8	5.8	3.3	5.4	7.6	—	—	3.6	6.2	3.0	4.2	4.2	4.6	5.5	5.2	4.9	5.1	5.1	5.7	1.7	2.0	—
3889	H <sub>8</sub>	8.0	10.0	11.2	14.2	15.0	18.6	-5.4	-3.6	11.0	14.6	10.4	15.0	16.0	13.2	14.8	16.0	11.8	13.0	14.0	9.6	10.6	4.8	—
3867	HeI	1.7	1.7	—	—	2.6	1.7	—	—	—	—	1.1	1.1	0.9	—	—	0.5	1.4	2.6	1.1	1.6	—	1.1	—
3835	H <sub>9</sub>	5.2	4.2	—	8.0	16.4	12.4	-6.2	—	4.6	7.6	5.2	8.6	4.2	7.4	6.4	10.6	8.4	8.2	9.4	4.6	5.2	3.8	—
3819	HeI	—	—	1.2	—	3.7	2.4	—	—	1.6	3.4	1.4	1.8	—	1.1	1.1	—	1.5	—	1.2	0.7	1.0	0.9	—
3798	H <sub>10</sub>	—	3.4	—	—	8.2	7.4	-4.5	—	2.4	5.0	2.6	4.4	—	3.8	5.6	8.4	—	5.0	4.6	2.8	4.2	2.6	—
3771	H <sub>11</sub>	—	—	—	—	4.8	—	-2.6	—	—	—	—	2.8	—	—	—	5.0	—	—	3.2	2.4	1.6	2.2	—

водородных линий (в дальнейшем они будут обозначаться  $W_H$ ) до вспышки меньше, чем после вспышки. Такое различие наблюдается только у водорода и оно уменьшается с увеличением номера линии. Возникает вопрос, является ли это различие каким-то последствием (последствием) вспышки или оно вызвано другой причиной.

В интервале между вспышками № 497 и № 498 на кривой блеска заметны более крупные колебания, чем между вспышками № 496 и № 497. Однако наблюдаемые изменения  $W_H$  не коррелируют ни с  $m_p$ , ни с фазой, ни с производной от кривой блеска, ни с амплитудой колебаний. Сравнение спектрограмм №№ 4781, 4782 (перед вспышкой № 497) и №№ 4875, 4876 (перед вспышкой № 498) показало, что значения  $W_H$  на спектрограммах №№ 4781, 4782 меньше, чем на спектрограммах №№ 4875, 4876, хотя эти различия меньше различий средних значений  $W_H$  до и после вспышки № 497. Таким образом, нельзя утверждать, что перед вспышкой величины  $W_H$  уменьшаются.

Сравнение значений  $W_H$  спектрограмм №№ 4798, 4799 (начало вспышки № 497) со значениями  $W_H$  спектрограммы № 4824 (конец вспышки № 497) показало, что они примерно одинаковы. Это означает, что после вспышки звезда вернулась в первоначальное состояние. Следовательно, увеличение  $W_H$  после вспышки вряд ли является последствием вспышки. По-видимому, между вспышками № 497 и № 498 звезда находилась в более активном состоянии, чем между вспышками № 496 и № 497. Например, в этот период могло несколько увеличиться излучение в ультрафиолетовом участке спектра, что привело к увеличению  $W$  эмиссионных линий водорода. В пользу этого соображения говорит величина разницы между значениями  $W_H$  до и после вспышки. Она примерно того же порядка, что и различия значений  $W_H$  на отдельных спектрограммах.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как можно видеть из табл. 2—4, наряду с регулярным изменением эквивалентных ширин эмиссионных линий с изменением блеска во время вспышек SS Cyg (рис. 6) происходят также хаотические изменения значений  $W_e$  в минимуме блеска. Последние не коррелируют ни с одной из характеристик звезды, которые с ними сопоставлялись, и обусловлены неизвестной пока причиной, проявляющейся, по-видимому, за пределами изучавшейся области спектра. Величины изменений  $W_e$  гораздо больше возможной ошибки определения  $W$ , и поэтому их следует считать реальными. Эти изменения спектральных линий можно проследить, например, на рис. 3, б и в, где представлена область спектра между  $H_\beta$  и  $H_\gamma$ , содержащая линию  $NIV \lambda 4058 \text{ \AA}$ . Видно, как эта линия меняет свою интенсивность: она то почти исчезает, то становится сравнимой по интенсивности с линией  $HeI \lambda 4026 \text{ \AA}$ , одной из самых сильных линий  $HeI$  в спектре SS Cyg. Выше отмечалась также сильная изменчивость области сгущения эмиссионных линий между  $H_\beta$  и  $H_\gamma$ .

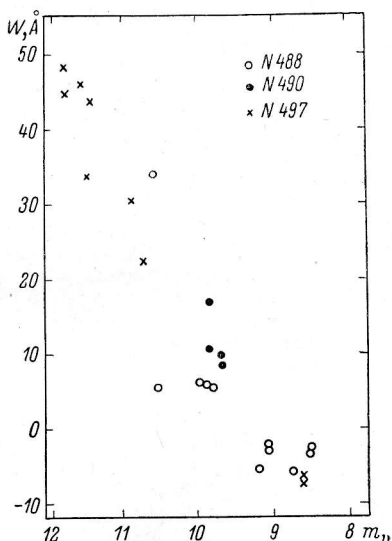


Рис. 6. Изменение эквивалентной ширины  $W$  линии  $H_\alpha$  с изменением  $m_p$ .

Положительные значения относятся к эмиссии, отрицательные — к поглощению. Зависимости от вида вспышки не наблюдается. Другие эмиссионные линии изменяются аналогичным образом.



Из всего вышеизложенного можно сделать вывод о спектральной переменности SS Cyg в минимуме блеска.

В заключение выражаю глубокую благодарность Р. А. Бартая за любезное предоставление спектрограмм, И. В. Ушмаевой и А. И. Леушиной за помощь в обработке материала.

#### Литература

1. C. T. Elvey and H. W. Babcock, *Astrophys. J.*, **97**, 412, 1943.
2. F. Hinderer, *Astr. Nachr.*, **277**, 193, 1949.
3. M. W. Mayall, *J. R. astr. Soc. Can.*, **59**, 147, 1965.
4. M. W. Mayall, *J. R. astr. Soc. Can.*, **60**, 153, 1966.
5. R. P. Kraft, *Astrophys. J.*, **135**, 408, 1962.
6. Д. Шалонж, Л. Диван, Л. В. Мирзоян, *Астрофизика*, **4**, 603, 1968.

Ноябрь 1970 г.