

УДК: 524.387:520.8

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЛАВНОГО
КОМПОНЕНТА V 380 Cyg

В. В. ЛЕУШИН, Г. П. ТОПИЛЬСКАЯ

Поступила 31 октября 1985

Принята к печати 2 июня 1986

По спектрограммам, полученным на БТА, методом кривых роста определены параметры атмосферы главного компонента тесной двойной системы V 380 Cyg: $T_e = 22\,500\text{ K}$, $\lg g = 3.4$, $V_t = 3.28\text{ км/с}$. Значение $\lg g$ подтверждено сравнением наблюдаемых профилей и эквивалентных ширины линий водорода с теоретическими. Методом моделей атмосфер определен химический состав. Для большинства элементов найдены избытки содержаний от 0.2 до 1.0 в логарифме числа атомов, содержание гелия в два раза больше солнечного, содержание кальция на 0.3 dex меньше солнечного.

1. *Введение.* Затменная двойная система V 380 Cyg, включенная в программу исследования двойных звезд по спектрам с большой дисперсией [1], показывает некоторые аномалии в своих свойствах, свидетельствующие о том, что яркий компонент системы вступает в период потери массы. В предыдущей работе [1] было установлено наличие оболочки вокруг главного компонента системы и повышенное содержание гелия в атмосфере. Настоящая работа является продолжением исследований, начатых в [1]. При этом для анализа V 380 Cyg применялась методика, уже отработанная ранее на хорошо изученной звезде $\alpha\text{ CMi}$ [22].

2. *Наблюдательный материал.* Для исследований атмосферы яркого компонента ($\text{SpB } 2,2$, $M_V = -4.5$) здесь использованы спектрограммы с дисперсией 8 Å/мм, полученные на ОЭСР БТА. Три спектрограммы получены в спектральной области от 3800 Å до 4700 Å 21.08.1981 в фазе 0.194 по элементам, данным Бэттеном [2]. Спектрограммы фотометрировались на микрофотометре прямых интенсивностей САО АН СССР, разработанном С. В. Клонковым. В исследуемой спектральной области отождествлено и измерено около 250 линий различных ионов (He I, C II, N II, O II, Si II, Si III, S II, Mg II, Cr II, Fe II, Al III и др.). По эквивалентным ширинам, измеренным на трех спектрограммах, для каждой линии опре-

делена средняя эквивалентная ширина, \bar{W} , и квадратичная ошибка среднего, $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i (\bar{W} - W_i)^2}{n(n-1)}} / \bar{W} \cdot 100\%$. Ошибки среднего значения эквивалентной ширины меньше 5% для $W_\lambda > 0.3$ А и увеличиваются до 20% с уменьшением W_λ (рис. 1а). На рис. 1б сопоставлены значения W_λ , полученные нами в фазе 0.65 (1978 г.), со значениями для фазы 0.19 (1981 г.), связь между ними может быть представлена таким образом: $W_\lambda(0.65) = 1.23 \cdot W_\lambda(0.19) - 0.01$.

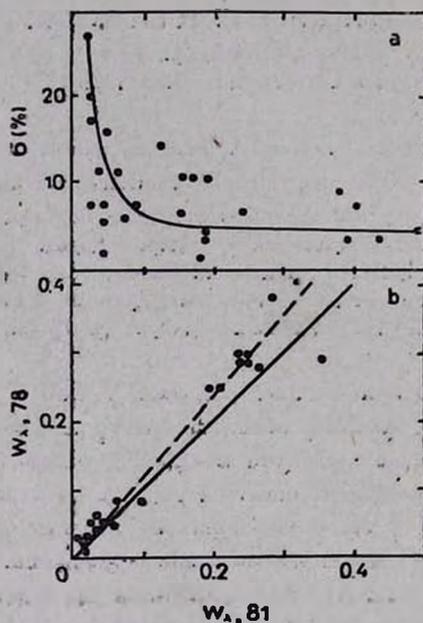


Рис. 1. а — зависимость относительной ошибки от эквивалентной ширины линии, W_λ ; б — сравнение W_λ , измеренных в двух разных фазах.

Уменьшение эквивалентной ширины в фазе 0.19 подтверждает вывод, сделанный в [1], о наличии вокруг главного компонента системы оболочки и что для исследования атмосферы главного компонента необходимо брать минимальные значения эквивалентных ширин, меняющихся в течение орбитального периода системы.

3. Уточнение параметров атмосферы главного компонента. По спектральному классу, массе и радиусу в работе [1] для яркого компонента V 380 Cyg, для эффективной температуры и ускорения силы тяжести на поверхности нами были выбраны значения $T_e = 22800$ К и $\lg g = 3.4..$

Эти значения использовались как предварительные при анализе линейчатого спектра. По эквивалентным ширинам линий O II, C II, N II были построены экспериментальные кривые роста, которые сравнивались с теоретическими из работы [3], рассчитанными для модели атмосферы Милна-Эддингтона с параметрами $B_0/B_1 = 1/3$, для получения параметров атмосферы T_{exs} , V_i и относительных содержаний элементов. В табл. 1 приведены значения полной скорости хаотических движений частиц и микротурбулентная скорость по этим кривым роста.

Таблица 1
СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ
В АТМОСФЕРЕ V 380 Cys

Ион	V (км/с)	V_t (км/с)
C II	5.98	3.10
N II	5.71	3.22
O II	5.65	3.51
Среднее	5.78	3.28

Относительные значения чисел атомов элементов, деленных на суммы по состояниям, полученные из кривых роста, даны в табл. 2.

Таблица 2
ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ СОДЕРЖАНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ C, N И O И ТЕМПЕРА-
ТУРЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Ион	$\lg \frac{N_r}{U_r} + \lg \frac{\pi^{1/2} g^3}{mcVR\lambda}$	θ_{exs}
C II	2.08	0.26
N II	2.10	0.25
O II	3.75	0.29

Там же даны значения θ_{exs} , полученные в предположении, что ионы распределены по возбужденным состояниям в соответствии с формулой Больцмана: $n_i/n_k = g_i/g_k \cdot e^{-s_i/kT}$. Среднее значение $\theta_{\text{exs}} = 0.27$ дает $T_{\text{exs}} = 18700$ К, откуда, воспользовавшись соотношением между T_{exs} , T_{ion} и T_{off} , данным в работе (4), получаем $T_{\text{off}} = 22500$ К и $T_{\text{ion}} = 18900$ К. Из модели атмосферы с $T_{\text{off}} = 22500$ К и $\lg g = 3.4$ для слоев, вносящих наибольший вклад в образование линий поглощения (то есть для тех слоев, где температура модели равна T_{exs}), находим значение $P_s = 320$ бар, которое использовалось для определения пол-

ных количеств атомов разных элементов из относительных содержаний ионов, полученных по кривой роста. Результат грубого определения химического состава атмосферы V 380 Суг приведен в табл. 3.

Таблица 3

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРЫ ГЛАВНОГО КОМПОНЕНТА
V 380 Суг ИЗ АНАЛИЗА КРИВОЙ РОСТА

Элемент	lg N						
H	12.0	N	7.6	Si	7.5	Ca	6.4
He	11.3	O	8.6	S	7.5	Ti	5.5±1.5
C	7.9	Mg	8.2	A	6.6	Fe	6.1±1.5

4. Водородные линии. Для дальнейшего уточнения значений эффективной температуры и ускорения силы тяжести на поверхности нами были использованы контуры и эквивалентные ширины линий водорода. В табл. 4 приведены эквивалентные ширины линий водорода, измеренные по трем спектрограммам, их средние значения и ошибки средних значений

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (W_i - \bar{W})^2}{n(n-1)}} \cdot \bar{W} \cdot 100 \%$$

Таблица 4

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ
ВОДОРОДА (W_λ , Å)

Линия, λ , Å	Номер спектрограммы			W_λ	σ (%)
	30	31	32		
H ₃ 4861.39	2.80	2.84	3.03	2.89	2.4
H ₇ 4340.47	3.23	3.85	3.63	3.57	5.0
H ₂ 4101.74	2.16	3.00	2.37	2.51	10.1
H ₄ 3970.07	2.33	2.21	2.76	2.40	11.6
H ₈ 3889.35	2.14	2.08	2.38	2.19	4.1
H ₉ 3835.39	1.83	2.17	2.12	2.04	5.1
H ₁₀ 3797.90	1.75	2.04	2.18	1.99	7.1

Необходимо отметить, что ошибки измерения эквивалентных ширины линий водорода существенно больше, чем у линий остальных элементов, причем различие в индивидуальных измерениях невозможно устранить варьированием проведения контура и непрерывного спектра (в разумных пределах) в районе линии, вероятно, это свидетельствует о реальных

кратковременных колебаниях W_λ линий водорода. Скорость вращения V 380 Суг составляет 88 км/с [5]. Поэтому для сравнения наблюдаемых контуров водородных линий с теоретическими необходимо было учесть расширение контуров линий вращением. На рис. 2 представлено сопоставление усредненных наблюдаемых контуров V 380 Суг с теоретическими,

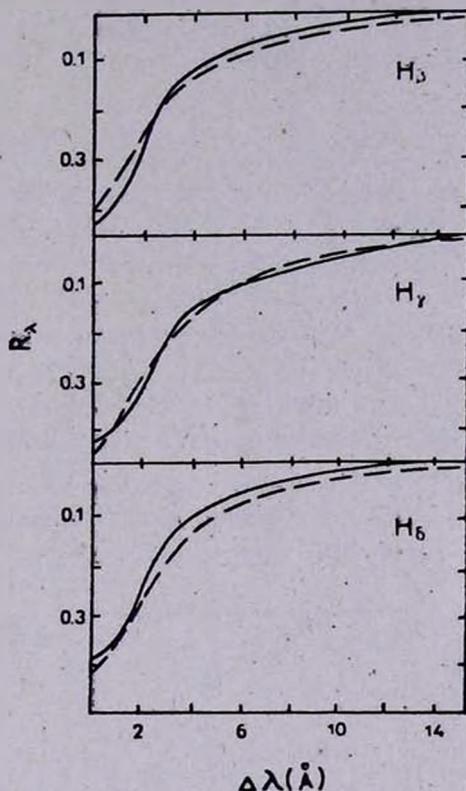


Рис. 2. Сравнение теоретических (штриховая линия) и наблюдаемых (сплошная линия) профилей линий водорода.

рассчитанными Куруцем [6] для модели с $T_{\text{eff}} = 22\,500$ К и $\lg g = 3.5$, которые расширялись вращением со скоростью 84 км/с (потемнение к краю задавалось в виде $I = I_c (1/2 + \cos \theta)$). Сопадение контуров достаточно хорошее, различия не превышают ошибку проведения наблюдаемого контура. В табл. 5 приведены данные наблюдений и теоретических расчетов для $T_* = 22\,500^\circ$ К и $\lg g = 3.5$ и 3.0 , если считать, что T_* по кривым роста определена правильно, то эти данные указывают, что $\lg g$ на поверхности V 380 Суг несколько меньше 3.5.

5. Анализ химического состава методом моделей атмосфер. Для определения химического состава яркого компонента V 380 Cyg по программе KONTUR [7] были посчитаны профили и эквивалентные ширины линий поглощения некоторых элементов. При расчетах использовались параметры уширения квадратичного эффекта Штарка, данные Гримом [8], и си-

Таблица 5
СРАВНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И НАБЛЮДАЕМЫХ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ШИРИН ЛИНИЙ ВОДОРОДА

Линия	H β	H γ	H δ
Набл.	2.84	3.57	2.68
lg g=3.5	3.68	3.73	3.83
lg g=3.0	2.33	2.28	2.30

лы осцилляторов из работы [21]. Линии рассчитывались для трех моделей с параметрами $T_e = 22\,500^\circ$, $\lg g = 3.4$, $V_t = 3.28$ км/с. Две модели без бланкетирования линиями были посчитаны по программе SAM1 [10], одна модель — с учетом отклонений от ЛТР для шести нижних уровней H I и одного уровня H $^-$ и вторая — в предположении ЛТР. Третья модель в предположении ЛТР, но с учетом бланкетирования примерно 10% линий была взята из работы [6] (у этой модели $\lg g = 3.5$). На рис. 3

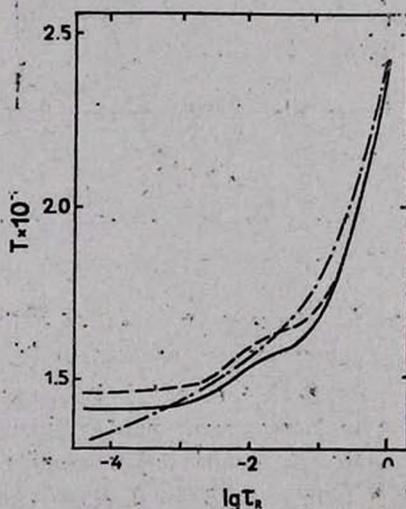


Рис. 3. Распределение температуры с оптической глубиной для трех моделей: сплошная линия—ЛТР-модель без бланкетирования, штриховая линия—не-ЛТР-модель без бланкетирования, штрих-пунктирная линия—ЛТР-модель с бланкетированием.

представлено распределение температуры с глубиной для трех используемых моделей. При $\tau_R < 0.1$ не-ЛТР-модель горячее небланкетированной ЛТР-модели, и обе эти модели имеют меньший температурный градиент, чем бланкетированная ЛТР-модель. Однако эти различия в структуре незначительно влияют на результаты определения химического состава, во всяком случае, различия в содержаниях элементов, определяемых по трем моделям, оказываются меньше, чем разброс, получаемый по разным линиям одного элемента по одной модели. Это иллюстрирует табл. 6, где

Таблица 6

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В АТМОСФЕРЕ V 380 Cуг
ПО ТРЕМ МОДЕЛЯМ

Элемент, линия	$\lg \left(\frac{N_{эл.}}{\Sigma N} \right)_{\odot}$	не-ЛТР без бланк.	ЛТР без бланк.	ЛТР с бланк.
C II				
3918	-3.50	-3.02	-3.14	-3.23
3920		-2.73	-2.96	-3.01
4267.02		-3.01	-3.37	-3.42
4267.26		-2.84	-3.17	-3.25
O II				
3882	-3.28	-3.63	-3.53	-3.87
3945		-2.70	-2.73	-3.19
N II				
3995	-4.12	-2.96	-2.72	-3.15
4035		-3.80	-3.73	-4.04
4176		-3.30	-2.91	-3.37
4442		-3.14	-2.68	-3.19
4601		-3.22	-2.82	-3.34
4543		-3.26	-2.83	-3.34
Mg II				
4390	-4.57	-3.13	-3.03	-3.41
4433		-2.85	-2.76	-3.23
4481		-2.50	-2.73	-2.64
Si II				
3853	-4.50	-3.78	-3.56	-3.77
4128		-4.64	-4.64	-4.45
4130		-4.41	-4.39	-4.25
Ca II				
3933	-5.72	-3.58	-3.75	-4.11
3968		-6.10	-6.20	-6.06

приведены содержания элементов, определенные по некоторым линиям для трех моделей в сравнении с солнечными содержаниями.

Здесь даны содержания, полученные без учета влияния бленд. Важность учета блендирования при анализе V 380 Cyg связана с большой скоростью вращения звезды, что приводит к тому, что контуры близких линий сливаются и не различаются на спектрограммах. Это показано на рис. 4,

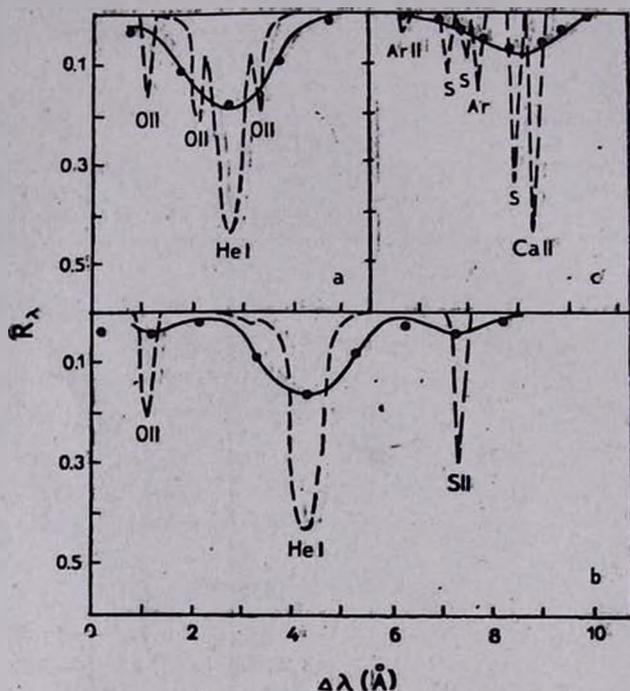


Рис. 4. Сравнение теоретических и наблюдаемых профилей линий а) He I 4121; б) He I 4713; в) Ca II 3933. Точки — наблюдения, штриховая линия — теоретический профиль без учета вращения, сплошная линия — теоретический профиль, уширенный вращением. Теоретические профили получены при следующих содержаниях элементов (в $\lg N_{\text{эл}}/N$): H (-0.70), O (-2.74), S (-3.86), Ar (-5.00), Ca (-5.72).

где представлены теоретические контуры некоторых линий без учета вращения и уширенные вращением со скоростью 84 км/с в сравнении с наблюдаемыми контурами. Окончательно содержание элементов в атмосфере V 380 Cyg определялось по бланкетированной ЛТР-модели, причем при расчетах W_λ линий в тех случаях, когда это необходимо, учитывалось влияние бленд. Результаты расчетов содержатся в табл. 7, где для каждой линии даны наблюдаемая и теоретические эквивалентные ширины и найденное содержание элемента (теоретические W_λ рассчитаны для трех значений содержания элемента, указанных в строке с названием иона).

Таблица 7
ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ И СОДЕРЖАНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ В АТМОСФЕРЕ ГЛАВНОГО КОМПОНЕНТА
V 380 Суг

Элемент. линия	W_{λ} , мА набл.	W_{λ} , мА			$ig \frac{N_{\text{эл}}}{\Sigma N}$
С II		-4.50	-3.50	-2.50	
3918	123	37	107	179	-3.23
3920	161	57	128	205	-3.01
4267.02	161	82	154	265	-3.42
4267.26	192	93	167	295	-3.25
С III 4647	86	12	54	173	-3.10
среднее					-3.20
N II		-5.12	-4.12	-3.12	
3847	20	0.5	8	45	-3.59
3995	148	31	90	150	-3.15
4035	45	8	42	99	-4.04
4176	70	5	34	89	-3.37
4442	70	3	24	76	-3.19
4447	90	16	64	124	-3.60
4601	99	11	55	117	-3.34
4630	176	28	85	147	-3.34
4643	86	7	44	104	3.34
среднее					-3.38
O II		-4.28	-3.28	-2.28	
3882	25	15	52	100	-3.87
3883	20	3	21	62	-3.31
3945	51	12	48	97	-3.19
4069.64	105	20	59	108	-2.33
4069.90	77	26	68	118	-3.05
4317	130	24	68	120	-2.14
4367	160	26	71	123	-1.80
4414	150	43	93	146	-2.22
среднее					-2.72

Таблица 7 (окончание)

Mg II		-5.57	-4.57	-3.57	
4390	71	1	10	54	-3.41
4428	45	37	38	45	-3.57
4433	65	0.3	4	32	-3.23
4481	268	49	145	235	-3.30
среднее					-3.38
Si II		-5.50	-4.50	-3.50	
3853	32	0.6	9	51	-3.77
3856	74	9	51	109	-4.01
3862	31	5	37	96	-4.59
4128	60	12	58	115	-4.45
4130	78	16	67	123	-4.25
Si III 4552	381	107	238	654	-4.03
4567	328	82	194	522	-3.97
4575	235	54	130	317	-3.84
среднее					-4.11
Ca II		-6.72	-5.72	-4.72	
3933	160	124	176	226	-5.99
3968	32	11	55	107	-6.06
среднее					-6.03
S II		-5.84	-4.84	-3.84	
4145	56	2	18	68	-3.99
4294	52	1	13	58	-3.91
4392	20	0.2	3	27	-3.98
4716	82	0.7	10	52	-3.56
среднее					-3.86
Ar II		-6.80	-5.30	-4.30	
4042	60	50	58	96	-5.23
4426	44	3	23	73	-4.74
среднее					-4.98
Fe II		-5.50	-4.50	-3.50	
3960	30	0	0	1	
4233	40	0.2	2	22	-3.25
4385	25	0	0.3	4	-2.79
4549	20	0.1	1	13	-3.33
среднее					-3.12

1) Гелий. Эквивалентные ширины линий, посчитанные для определения содержания гелия, приведены в табл. 8. Триpletные линии рассчитывались с учетом тонкой структуры, линия He I 4121 — с учетом блендирования четырьмя линиями O II: O II 4119.20 A ($\varepsilon_i = 25.85$ эВ, $fg = 3.00$), O II 4120.28 A ($\varepsilon_i = 25.74$, $fg = 0.66$), O II 4120.55 A ($\varepsilon_i = 25.78$, $fg = 0.07$), O II 4121.48 A ($\varepsilon_i = 25.72$, $fg = 0.48$) и Fe II 4122.64 A ($\varepsilon_i = 2.57$, $fg = 0.31 \cdot 10^{-3}$). Наблюдаемый и теоретические (уширенный вращением и без вращения) профили этой линии показаны на рис. 4а). Видно, что три линии, O II 4119.20, O II 4120.28 и O II 4121.48, вносят существенный вклад в суммарную эквивалентную ширину, не выделяясь на наблюдаемом контуре линии He I 4121. На рис. 4б показано сравнение теоретического и наблюдаемого профилей линии He I 4713. Хорошее совпадение экспериментальных и теоретических контуров подтверждает правильность расчетов и определения содержаний элементов.

Таблица 8

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ (W_λ , мА) И СОДЕРЖАНИЕ ГЕЛИЯ В АТМОСФЕРЕ V 380 Суг

Линия	W_λ набл.	W_λ теор.				$\frac{N(\text{He})}{\Sigma N}$
		-1.3	-1.0	-0.7	-0.4	
3820	637	655	915	1293	1791	-1.33
3867	170	414	154	198	245	-0.88
4026	754	781	972			-1.24
4121	380	295	339	390	449	-0.76
4144	540	302	426	601	837	-0.79
4388	616	378	535	734	1020	-0.87
4438	140	78	115	159	210	-0.82
4471	1065	582	770	1036	1420	-0.67
4713	327	222	271	327	398	-0.70

Сравнение наших расчетов с результатами расчетов линий He I, проведенными в работе [11], показывает, что для изолированных линий λ 4121, 4438, 4713 А, посчитанных для ЛТР-модели, согласие достаточно хорошее. Для линий диффузной серии в работе [11] учитывалось влияние запрещенных компонентов, в наши расчеты запрещенные компоненты не включались, поэтому линии He I λ 4026, 4388, 4471; 4921 А у нас получились слабее. В то же время для не-ЛТР-модели все линии He I, рассчитанные нами, оказались значительно слабее, чем в работе [11]. Надо заметить, что учет отклонений от ЛТР при расчетах профилей и эквивалентных ширин линий He I, проведенный в работе [11], для $T_{\text{eff}} = 22500$ К привел к незначительному отличию от линий, рассчитанных в приближе-

нии ЛТР. Следовательно, для определения содержания гелия в атмосфере V 380 Cуг можно пользоваться расчетами линий He I в предположении ЛТР, проведенными для ЛТР-модели. Среднее значение содержания гелия в атмосфере V 380 Cуг равно $\lg N(\text{He}) = 11.22 \pm 0.02$. Это значение получается, если мы исключим данные для линий He I $\lambda\lambda$ 3819, 4026, которые резко отличаются от остальных. Причина таких расхождений связана с тем, что на спектрограммах мы не можем видеть широкие и мелкие крылья этих линий и таким образом занижаем измеряемую эквивалентную ширину.

2) *Содержание других элементов и сравнение с расчетами других авторов.* Наиболее примечательный и неожиданный результат здесь заключается в том, что практически по всем элементам получаются избытки от 0.2 до 1.0 в логарифме числа атомов. Мы провели сравнение с имеющимися в литературе сетками расчетов некоторых линий, которое подтвердило точность наших расчетов. На рис. 5 представлено сопоставление результатов Михаласа [12, 13], Кэмпса [14] и Дафтона, Хибберта [15] с нашими. Видно, что различия здесь несущественны, невелики и эффекты отклонений от ЛТР (кроме линии Si III 4552, но и здесь, как будет показано дальше, ошибки, связанные с неточностью атомных параметров гораздо больше, чем различия, вызванные не-ЛТР-эффектами). В то же время, измеренные эквивалентные ширины для V 380 Cуг значительно больше, чем теоретические значения. И для того, чтобы интерпретировать, предположим, линию Mg II 4481 нормальным содержанием магния, необходимо уменьшить T_e V 380 Cуг до 10 000—15 000 K, что абсолютно нереально. К тому же нужно иметь в виду, что содержания здесь определяются по нескольким линиям разной интенсивности и дают довольно малый разброс.

По результатам расчетов для азота и кислорода получилась ярко выраженная зависимость содержания элемента от эквивалентной ширины линии, которая отсутствует для других элементов. Чтобы проверить, не вызван ли этот эффект возможной ошибкой в определении микротурбулентной скорости, для C, N, O были проведены расчеты линий со значением $V_t = 15$ км/с. Результаты показаны на рис. 6. Видно, что увеличение турбулентной скорости не устранило зависимости, полученной для кислорода; для азота зависимость стала обратной, результаты расчетов для углерода подтверждают значение турбулентной скорости, полученное по кривой роста.

При расчетах линий Si III со значениями сил осцилляторов из работы [16] и уширением за счет квадратичного эффекта Штарка, оцененным по полуэмпирической формуле $C_4 = 10^{-8} \cdot \left(\frac{z_{\text{eff}}^2 \cdot 13.595}{\lambda_r} \right)^{5/2}$ [17], полу-

чились нереально низкие значения эквивалентных ширин, а содержание кремния, определяемое по линиям Si III, оказалось примерно на полтора порядка больше, чем по линиям Si II. Такие же явно заниженные значения эквивалентных ширин линий Si III приведены в работе Кэмп [14], который

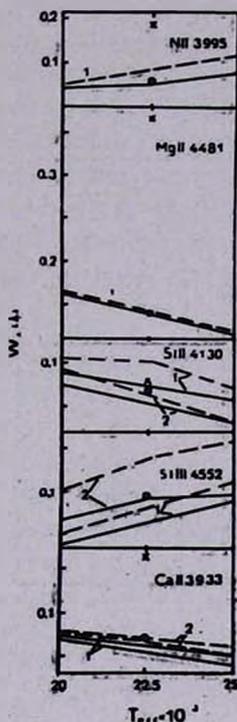


Рис. 5. Теоретические эквивалентные ширины линий в зависимости от T_{eff} по [12—15] для солнечного содержания элементов. Сплошная линия — приближение АТР, штриховая линия — не-АТР. 1 — модели с $\lg g = 4.0$, 2 — модели с $\lg g = 3.0$. Точки — расчет по программе KONTUR, крестики — значения, наблюдаемые в V 380 Суг.

использовал сходные значения атомных параметров. Согласно расчетам Кэмп наибольшая интенсивность линии Si III λ 4552 Å равна 0.15 Å для $T_{\text{eff}} = 25\,000^\circ$, $\lg g = 3.0$ (рис. 5). В то же время во многих звездах ранних спектральных классов наблюдаемая эквивалентная ширина этой линии достигает 0.60 Å [18]. Поэтому мы пересчитали линии Si III с использованием других атомных параметров: силы осцилляторов брались по Визе [19], а для учета квадратичного эффекта Штарка применялась экспериментально определенная константа [20], которая почти на полтора порядка больше, чем получается по формуле [17]. В результате теоретические эквивалентные ширины линий Si III увеличились примерно в два раза и

содержание кремния, определяемое по линиям Si II и Si III, стало близким. Результаты расчетов линий Si III с соответствующими значениями атомных параметров приведены в табл. 9.

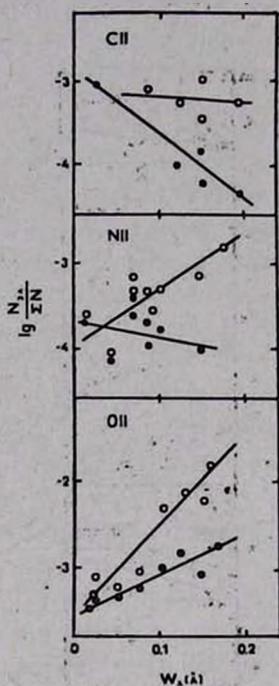


Рис. 6. Зависимость содержания элемента от эквивалентной ширины линии, полученная по расчетам с $V_t = 3.28$ км/с, кружки и $V_t = 15$ км/с, точки.

Большие избытки показывают магний и сера, содержание магния на 1.3 dex, а серы — на 1 dex больше солнечного. Однако в обоих случаях содержание определялось по четырем линиям, которые показали неболь-

Таблица 9

АТОМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ Si III

Линия	W_λ набл.	$\lg fg$ [16]	$\lg C_4$ [17]	W_λ	$\lg fg$ [19]	$\lg C_4$ [20]	W_λ
4552	0.384	0.26		0.097	0.70		0.238
4567	0.328	0.04	-5.47	0.085	0.48	-4.04	0.194
4575	0.235	-0.43		0.062	0.01		0.130

шой разброс, возможное блендирование было учтено, теоретические профили хорошо согласуются с наблюдаемыми, поэтому полученные содержания этих элементов можно считать реальными.

Содержание аргона можно только приближенно оценить по двум линиям, которые в среднем дают небольшой избыток, 0.3 dex относительно солнечного. Содержание кальция тоже определялось только по двум линиям, причем обе блендированы, но после корректного учета бленд эти линии дали практически одинаковое значение содержания кальция, на 0.3 dex меньше солнечного. Сравнение наблюдаемого профиля линии К Ca II с теоретическим, рассчитанным с учетом бленд и уширенным вращением, рис. 4с подтверждает этот результат.

Согласно расчетам, линии Fe II не должны быть видны в спектре V 380 Суг. Однако на спектрограммах было отождествлено несколько линий Fe II, и хотя они имеют наименьшую по сравнению с линиями других элементов интенсивность, теоретически такую интенсивность можно получить только допустив совершенно нереальные, на 1.5—2.0 порядка, избытки железа. Вероятно, здесь мы имеем дело с измерением зерна фотопластинки.

3 *Обсуждение результатов.* В 6 столбце табл. 7 приведены полученные содержания элементов в атмосфере V 380 Суг. Солнечное содержание указано в 4 столбце в строке с названием иона. Для всех исследованных элементов, кроме кремния, по нашим расчетам получены избытки содержания. Какова природа этих избытков? Точность определения эквивалентных ширин, совпадение значений содержания, определенного по разным линиям для таких элементов, как He, C, N, Mg, S, а также хорошее согласие экспериментальных и теоретических контуров свидетельствуют о реальности полученных данных. С другой стороны, зависимость содержания от эквивалентной ширины для азота и кислорода, большой разброс в содержании кремния по разным линиям говорят о существовании каких-то неучтенных эффектов, каковыми могут быть:

а) Влияние отклонений от ЛТР. Однако расчеты линий, проведенные в работах [11—15], показывают, что учет отклонений от ЛТР не может заметно изменить результаты.

б) Увеличение значения микротурбулентной скорости может в какой-то мере исправить положение, снизив полученные содержания элементов. Однако увеличение турбулентной скорости до 15 км/с не устранило зависимость содержания от эквивалентной ширины для линии азота и кислорода, а значение 3.28 км/с, найденное по кривой роста, подтверждается расчетами, проведенными для углерода.

в) Коррекция T_{eff} модели в сторону увеличения приводит к уменьшению избытков He, C, N, O, но одновременно к увеличению избытков Mg и Ca, уменьшение T_{eff} дает обратный эффект и кроме того увеличивает разницу в содержании кремния, определяемого по линиям Si II и Si III.

г) Наиболее реальным эффектом, вызывающим завышение содержания элементов, может быть усиление линий всех элементов в оболочке системы. Но как показано в работе [1], это усиление должно быть наибольшим для слабых линий и меньшим для сильных, и таким образом мы должны получать большие избытки для слабых линий и меньшие для сильных, чему противоречит обратная зависимость, полученная для азота и кислорода и примерное постоянство содержания для других элементов. Из этого мы должны сделать вывод, что в данной фазе усиление линий в оболочке скорее всего отсутствует.

Следовательно, полученные содержания элементов, по-видимому, реальные.

В заключение авторы выражают большую благодарность Л. И. Снежко за полезные дискуссии и стимулирующий интерес к работе.

Ростовский государственный
университет

SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF THE PRIMARY COMPONENT OF V 380 CYG

V. V. LEUSHIN, G. P. TOPILSKAJA

The parameters of the atmosphere of the bright component of the system V 380 Cyg were determined from the spectra obtained with the 6-meter telescope using the method of the curve of growth: $T_e = 22\,500$ K, $\log g = 3.4$, $V_t = 3.28$ km/s. The theoretical profiles and equivalent widths of the Balmer lines give the same value of $\log g$. The abundances of the elements were determined from model atmosphere. The overabundances of the all elements are from 0.2 to 1.0 dex. The helium abundance is two times larger than the solar value.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Леушин, Л. И. Снежко, *Астрофизика*, 17, 563, 1981.
2. H. Batten, *Publ. Dom. Astrophys. Observ.*, 12, 91, 1962.
3. M. Wrubel, *Astrophys. J.*, 109, 66, 1949.
4. И. М. Копылов, *Изв. Крым. обсерв.*, 30, 69, 1963.
5. R. H. Koch, E. C. Olson, K. M. Yoss, *Astrophys. J.*, 141, 119, 1965.
6. R. Kurucz, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 40, 1, 1979.
7. В. В. Леушин, Г. П. Топильская, *Астрофизика* (в печати).
8. Г. Грим, *Уширение спектральных линий в плазме*, Мир, М., 1978.
9. R. Kurucz, *SAO Spec. Report.*, 339, 1970.
10. S. Wright, *J. Arggros, Comm. Univ. London Observ.*, 76, 1975.
11. L. H. Auer, D. Mihalas, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 25, 433, 1973.

12. *D. Mihalas*, *Astrophys. J.*, 177, 115, 1972.
13. *D. Mihalas*, *Astrophys. J.*, 179, 209, 1973.
14. *L. W. Kamp*, NASA TR R-455, 1976.
15. *P. L. Dufton, A. Hibbert*, *Astron. and Astrophys.*, 95, 24, 1981.
16. *E. Treffitz, R. N. Zare*, *J. Quant. Spectrosc. and Radiat. Transfer*, 9, 643, 1969.
17. *S. Sahal-Brechot, B. Serge*, *Astron. and Astrophys.*, 13, 161, 1971.
18. *И. М. Копылов*, *Изв. Крым. обсерв.*, 20, 123, 1958.
19. *W. L. Wiese, M. W. Smith, B. M. Miles*, *Atomic Transition Probabilities, Sodium through Calcium*, NSDRS-NBS22, vol. 2, 1969.
20. *J. Purić, S. Djentze, S. Labat, L. J. Cirković*, *Z. Phys.*, 267, 71, 1974.
21. *Г. А. Касабов, В. В. Елисеев*, *Спектроскопические таблицы для низкотемпературной плазмы*, Атомиздат, М., 1973.
22. *В. В. Леушин, В. В. Соколов*, *Астрофиз. исслед. Изв. Спец. астрофиз. обсерв.*, 12, 42, 1980.