АСТРОФИЗИКА

TOM 25

ДЕКАБРЬ, 1986

выпуск з

УДК: 524.338.3

СИМБИОТИЧЕСКАЯ ЗВЕЗДА AG Dra

А. П. ИПАТОВ, Б. Ф. ЮДИН Поступяла 18 марта 1986 Принята к печати 15 августа 1986

Приводятся результаты фотометрических, в системе UBVRJHKLM и спектрофотометрических в диапазоне 3300-7500 А, наблюдений симбиотической звезды AG Dra. Ес холодный компонент представляет собой красный гигант спектрального класса К4—К5, имеющий приблизительно постоянный блеск, $\Delta I < 0^m$ 3, заполняющий свою полость Роша и находящийся, по-видимому, на асниптотической ветви гигантов. На длине вслиы 5 мкм обнаружен ИК-избыток, связанный с излучением газовой оболочки с массой $M \approx 10^{-6} M_{\odot}$. Наблюдения АG Dra показали, что с ростом болометрического потока от горячего компонента его эффективная температура уменьшается. Горячий компонент может быть красным карликом с $M \approx 0.4~M_{\odot}$ на который в экваториальных областях осуществляется дисковая аккреция вещества холодной звезды с $\dot{M} \ge 10^{-4}$ M_{\odot} год. При усилении темпа аккреция, по время вспышки AG Dra, усиливается звездный ветер с повержности красного карлика и его эффективная температура уменьшается. Горячий компонент AG Dra может быть и белым карликом с $L \gtrsim 3.10^3 L_{\odot}$ н $R_{9\phi\phi} \gtrsim 0.2 R_{\odot}$. Источником энергии его вспышек является гравитационная энергия вещества, аккрецирующего с $\dot{M} > 10^{-5} M_{\odot}$ год. В моменты между вспышками его светямость может определяться выделением энергии при горевии на его поверхности водородного слоевого источника,

1. Введение. Симбиотическая звезда AG Dra, имея неотъемлемые признаки этого класса звезд, все же заметным сбразом отличается от большинства из них. Она расположена на большой галактической широте $(b = 41^{\circ})$, имеет большую радиальную скорость ($v \approx -140$ км/с) и желтый цвет. Так как цвет симбиотической системы AG Dra в визуальном диапазоке определяется цветом ее холодного компонента, то по своему спектральному классу он должен быть более ранним, чем M0. Вопрос о классе его светимости пока остается открытым. По линиям поглощения металлов он классифицируется как K3 III [1], K1 II [2], K0 Ib [3]. Отличительной особенностью эмиссионного спектра AG Dra является относительная слабость в нем разрешенных линий металлов. В частности, в видимом диапазоне Боярчук [1] не обнаружил эмиссий Fe II — линий довольно сильных в спектрах большинства симбиотических звезд.

По своей кривой блеска AG Dra является типичным представителем класса симбиотических звезд, чередующих моменты спокойного состояния их горячих компонент с моментами их вспышек [4], достигающих 3^m в фильтре U. Фотометрические в системе UBV наблюдения Майнунгера [5] в 1974—79 гг. обнаружили наличие на кривой блеска AG Dra колебаний с P = 554 дня и амплитудой $\Delta U \approx 1^m$. В сентябре 1980 г. AG Dra вспыхнула в очередной раз [4]. Еще одна вспышка была зарегистрирована в феврале 1985 г. [6, 7].

АG Dra является ярким источником рентгеновского излучения [8, 9]. Интенсивные IUE-наблюдения в УФ-диапазоне были выполнены Виотти и др. [10, 11] за период с 1979 г. по 1983 г. Во время вспышки AG Dra, начавшейся в 1980 г., УФ-континуум возрос в ~ 10 раз. В то же время степень возбуждения эмиссионного спектра заметно не изменилась. Последний факт был подтвержден Блэир и др. [12] в видимом диапазоне. Наблюдения в ИК-области длин воли показали, что блеск холодного компонента примерно постоянен [13]. В радиодиапазоне поток от AG Dra пока что не обнаружен. В частности, можно сказать, что на 4.9 ГГц он < 0.4 мЯн [14]. Определенной количественной модели AG Dra, объясняющей в целом всю совокупность наиболее характерных наблюдательных особенностей этой звезды, пока не существует.

В данной работе приводятся результаты фотометрических в системе UBVRJHKLMN и спектрофотометрических в диапазоне 3300—7500 A с R = 50 A наблюдений AG Dra, выполненных на Южной станции ГАИШ в Крыму, а также оценки ряда параметров этой двойной звездной системы. Параметры фотометров и спектрофотометра, а также методика прозедения наблюдений описаны в работе Тарановой и Юдина [15].

2. Результаты наблюдений. На рис. 1 приведены результаты наших фотометрических наблюдений AG Dra в фильтрах U и J, дополненные данными, взятыми из работ [9, 10, 16]. Там же показаны изменения блеска звезды на длине волны 1340 A в единицах $\Delta m_{1340} = -2.5 \lg F (1340)/$ /F₀ (1340), где F₀ (1340) — поток 8 января 1981 г. [11]. Даты максимумов и минимумов блеска AG Dra вычислены в соответствии с кривой блеска, построенной Майнунгером [5].

Первое, что бросается в глаза при виде кривой блеска AG Dra, этоустойчивый временной характер колебаний блеска звезды, обнаруженных Майнунгером [5]. Они не прекращаются во время вспышки (минимум в 1982 г.), и после ее прекращения фаза их не сбивается (минимум в 1984 г.). Вспышки звезды могут лишь несколько искажать правильную форму колебаний блеска, наблюдаемую в моменты отсутствия вспышки. Устойчивость колебаний УФ-блеска AG Dга делает маловероятной их связь с какими-либо собственными колебаниями блеска горячего компонента, не зависящими от внешних условий. Поэтому естественно предположить, что исриод колебаний блеска горячего источника излучения в двойной звездной системе AG Dга соответствует периоду ее обращения. В этом случае егоколебания блеска могут быть связаны с периодическим изменением темпа.



Рис. 1. Фотометрические набаюдения AG Dra. О — результаты авторов; × — Виотти и др. [11]; + — Хохол и др. [16]; ■ — Вензел [6]; • — Виотти и др. [10]; ▲ — Пиро и др. [9].

аккреции вещества холодной звезды на ее компонент в результате наличия в системе эксцентриситета. Однако сопоставление дат начальных моментов вспышек AG Dга или их максимумов [4] с фазой блеска звезды не обнаруживает заметной корреляции, существования которой можно было бы ожидать при наличии эксцентриситета. Поэтому имеются все основания связать колебания УФ-блеска AG Dга с наличием в данной двойной звездной системе частичных затмений горячего источника излучения его холодным компонентом.

Фотометрические наблюдения AG Dra в ИК-диапазоне показывают, что блеск холодного компонента не испытывает заметных колебаний. В частности, за весь период наших наблюдений амплитуда изменений блеска в фильтре *I* не превысила 0.^m3 (рис. 1). Во время вспышки AG Dra в 1980—82 гг. поток излучения от горячего компонента увеличился на порядок [11]. В модели симбиотической звезды, в которой светимость горячего компонента определяется темпом аккреции на него вещества холодной звезды, последний также должен возрасти на порядок. Однако даже такие большие изменения в скорости потери массы холодной звездой заметно неотражаются на ее фотометрических характеристиках. В свою очередь, постоянство последних означает, что изменения в темпе скорости потери массы не связаны с наличием какой-либо колебательной неустойчивости, присущей самой холодной звезде, а являются результатом воздействия на нее гравитационного поля горячего компонента. Существенным образом это воздействие может проявляться лишь при условии заметного заполнения холодной звездой своей полости Роша.

В табл. 1 приведены результаты фотометрических наблюдений AG Dra. исправленные за межзвездное поглощение с величиной $E(B-V) = 0.^{m}06$ -[10]. В ИК-диапазоне звездные величины усреднены за весь период наблюдений. Амплитуды изменений блеска в фильтрах U и V (табл. 1) наглядно показывают, что в первый из них основной вклад в блеск AG Dra вносит горячий источник переменьюго излучения, во второй — холодная звезда. Считая, что изменения блеска горячего источника происходят без заметных изменений в его цвете, можно суммарное излучение AG Dra в фильтрах UBVR разделить на доли, принадлежащие горячему и холодному компонентам. Подробнее методика данной операции изложена в работе Юдина [17], а ее результаты занесены в табл. 1.

Таблица 1

ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ AG Dra, ГОРЯЧЕГО И ХОЛОДНОГО КОМПОНЕНТОВ.

Источник излучения	U	B	V	R	J	H	K
AG Dra a	11.49	10.95	9.67	8.46			
AG Dra b	10.64	10.76	9.56	8.34	-		
AG Dra c	1 30	· · · ·	•	1	7 13	6.42	6.24
Горячий а	11.84	13.28	12.64	11.33	7.15	0.12	0.21
Торячий b	10.79	12.23	11.59	10.28	100		1.0
Холодный		11.08	9.74	8.54	7.15	6.44	6.26

* Звездные величины скорректированы за $E(B - V) = 0^{m}06$. а — 9.06.79, фаза 0.27; b — 23.06.80, фаза 0.95; с — Средние за период 1979—1985 гг.

По всем показателям цвета от фильтра *B* до фильтра *K*, вычисленным на основе звездных величин, приведенных в табл. 1, холодный компонент классифицируется как K4—K5. Однако показатели цвета $K - L \approx 0^m 3$ чи $K - M \approx 0^m 1$ (0^m11 и -0^m09 для K5 соответственно) указывают на наличие на длинах волн, превышающих 3 мкм, ИК-избытка. Данный вывод подтверждается и наблюдениями AG Dra в июне 1982 г., в фильтре *N* (10 мкм). Оказалось, что $N = 4^m 73 \pm 0^m 6$ при $N \approx 6^m 2$ для звезды K5. Забегая вперед, скажем, что наблюдаемый ИК-избыток связан с излучением газовой оболочки в системе AG·Dra. По распределению энергии в спектре холодной звезды (табл. 1) можно оценить ее болометрический поток. Он составляет $\sim 8.2 \cdot 10^{-9}$ врг/см² с.

СИМБИОТИЧЕСКАЯ ЗВЕЗДА AG Dra

В табл. 2 приведены результаты спектрофотометрических наблюдений AG Dra, а на рис. 2 показано распределение энергии в ее спектре. Как видно из табл. 2, величина бальмеровского скачка (D_B) в спектре AG Dra заметно меньше, чем его величина, наблюдаемая в планетарных туманно-

Дата	Фаза	(F/F (H ₃)) · 100			T (17) 10-11		
		He II 4686	Ha	6830	F (На), 10 эрг/см ² с	W (H3) A	DB
17.09.82	0.43	43	480	22	1.45	25	0.28
23.05.84	0.53	54	790	86	0.46	56	0.16
28.04.85	0.15	71	590	74	1.82	77	0.41
19.09.85	0.41	56	640	67	1.00	53	0.34

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ AG Dra

№— (Н3) — эквивалентная ширина линии Н3 относительно континуума на длине волны 3600 А.

стях. Объяснение этому факту может быть двояким. Или в газовой оболочке AG Dra T 2 · 10⁴ K, или на длине волны 3646 A в суммарное излучение горячего источника (газовой оболочки + горячего компонента) впосит заметный вклад континуум от горячего компонента. Малая эквива-



Рис. 2. Распределение энергии в спектре AG Dra 17.09.82.

лентная ширина линин \mathbf{H}_3 ($\mathcal{W}^-(\mathbf{H}_\beta)$) относительно континуума за бальмеровским скачком и высокое отношение $F(\mathbf{H}_\alpha)/F(\mathbf{H}_\beta)$ (табл. 2) по сравнению с их значениями, вычисленными для мензеловского случая в рекомбинационной теории излучения, означают наличие значительного само-

Таблица 2

поглощения в линиях бальмеровской серин водорода [18]. Следует также обратить внимание на высокую интенсивность неотождествленной эмиссионной особенности на длине волны 6830 А, характерной для спектровсимбиотических звезд в момент, когда степень возбуждения их эмиссионных спектров достигает ~ 100 эВ.

3. Обсуждение. В спектрах ряда симбиотических звезд, в частности и в спектре AG Dra, нет эмиссионных линий, пригодных для надежной оценки величины T_{\bullet} . Как показано в работе [17], высокая плотность газовой оболочки AG Dra ($n_{\bullet} \approx 10^{10}$ см⁻³) [10] и малые ее размеры ($r \approx \approx 2 \cdot 10^{13}$ см) предполагают наличие в ней электронной температуры $\gtrsim 2 \cdot 10^4$ К, однако ее точное значение неизвестно. Повтому анализ результатов спектрофотометрических наблюдений будет проведен при двух предположениях о величине T_{\bullet} , которые практически соответствуют и двум моделям горячего компонента симбиотической звезды [17].

Итак, если горячий компонент излучает подобно ядру планетарной туманности с $T \approx 10^5$ К, т. е. в рэлей-джинсовской области как черное тело, то при таких высоких температурах интенсивность его излучения на длине волны 3600 А будет составлять < 10% от интенсивности излучения газовой оболочки. В этом случае малую величину D_B следует приписать высокой ($T_e \approx 2.5 \cdot 10^4$ K) электронной температуре. Если же предположить, что $T_e = 2 \cdot 10^4$ К, то на длине волны 3600 А появится заметный ($\gtrsim 30^{\circ}/_{0}$) уровень непрерывного излучения негазового происхождения, который можно связать с излучением аккреционного диска, существующего вокруг горячего компонента AG Dra [17]: Для этих двух предположений в табл. 3 приведены оценки ряда параметров, относящихся к ионизованной части газовой оболочки и горячему компоненту, в сумме составляющих горячий источник излучения в системе AG Dra.

Температуру горячих компонентов симбиотических эвезд, как правило, оценивают по величине отношения потоков в линиях He II 4686 и H_β. Иными словами, по величине параметра $Q = N_{l0}$ (He II)/ N_{l0} (H I), где N_{l0} (H I), N_{l0} (He II) — потоки квантов, испускаемых горячим компонентом за пределом ионизации водорода и однократно ионизованного гелия. Однако при этом не учитывается факт наличия самопоглощения в линии H_β, известный еще из работ Боярчука [18], что приводит к завышению получаемых значений T_h . Поэтому для оценок параметра мы используем величину отношения F (He II)/ F_g (3646⁻), где F_g (3646⁻)—поток излучения от газовой оболочки.

Как видно из табл. 3, величина эквивалентной ширины линии На относительно газового континуума (W⁻(H_β)) и соответственно величина самопоглощения в ней меняются в зависимости от блеска AG Dra. Недоучет последнего факта может привести к получению неправильной зависимости хода изменения T_h с изменением болометрической светимости горячего компонента. В частности, спектрофотометрические наблюдения Блэир и др. [12] показали, что до вспышки 1980 г. $F(\text{He II})/F(\text{H}_3) \approx 0.45$, а в ее максимуме — 0.61. Иными словами, судя непосредственно по величине отношения потоков в линиях He II 4686 и H₉, следовало бы сказать, что при вспышке AG Dra температура его горячего компонента увеличивается. Од-

Таблица З

Фаза	F(3600), 10 ⁻¹³ эрг/см ² с А	$ \begin{bmatrix} W_{g}^{-}(H_{\beta})^{a} \\ A \end{bmatrix} $	q*	Q*	₩_(H3) ^b A	Q ^b	Т _{вв} , 10 ⁵ К	$\frac{F_{h, \text{ bol}}^{b}}{F_{c, \text{ bol}}}$
0.43	7.1	40	5.5	0.052	28	0.033	0.88 -	2.1
0.53	0.75	140	1.6	0.23	84	0.12	1.23	0.25
0.15	5.8	61	3.6	0.13	43	0.086	1.11	1.7
0.41	2.0	75	2.9	0.13	66	0.10	1.16	0.60

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ ДВУХ МОДЕЛЕЙ ГОРЯЧЕГО КОМПОНЕНТА AG Dra

а — Горячий компонент — красный карлик с дисковой аккрецией, $T_c = 2 \cdot 10^4$ К. b—Горячий компонент—белый карлик—источник чернотельного излучения. $W^-(H_3)$ эквивалентная ширина линии H3 относительно континуума газовой оболочки за бальмеровским скачком. $Q = N_{i0}$ (HeII)/ N_{i0} (H I), где N_{i0} (H I) и N_{i0} (He II) — потоки квантов, нонизующих водород и однократно ионизованный гелий. q — ковффициент, показывающий, во сколько раз ослаблена линия H3 из-за самопоглощения. Результаты получены в предположении, что $E(B - V) = 0^m 06$.

нако, если сравнить величину параметра Q для трех дат из табл. 3, имеющих примерно одинаковую фазу блеска, то окажется, что с ростом яркости AG Dra параметр Q, а следовательно и температура горячего компонента, уменьшаются. В то же время его болометрический поток ($F_{h, bol}$), оцениваемый по величине F_g (3646⁻) с учетом величины T_h , равной, как мы считаем, T_{BB} в табл. 3, возрастает (табл. 3). И в результате зависимость T_h от $F_{h, bol}$ и соответственно от $L_{h, bol}$ получается в виде $T_h \sim L_{h, bol}^{-0.2}$. Оценки болометрических потоков горячего компонента в фазе "0" в моменты его максимального блеска при вспышке и спокойного состояния показывают, что в первом случае $F_{h, bol} / / F_{c, bol} \approx 6$; во втором — 0.7.

Как уже указывалось выше, в фильтрах L и M наблюдается ИК-избыток, т. е. наблюдаемый уровень излучения превышает его величину, ожидаемую от холодного компонента спектрального класса К4—К5. В фильтре *М* избыточный поток составляет $\sim 2 \cdot 10^{-15}$ эрг/см⁻² с А, причем измерения в этом фильтре были выполнены в мае 1985 г., когда поток от газовой оболочки *F* (3646⁻) $\approx 5 \cdot 10^{-13}$ эрг/см² с А. Сравнение этих величин указывает, что избыточное ИК-излучение связано с излучением газовой оболочки.

По модели Тутукова и Юнгельсона [19] горячим компонентом симбиотической системы может быть углеродно-кислородный карлик, на поверхности которого горит водородный слоевой источник, питаемый веществом, аккрецируемым с холодной звезды. Однако данная модель в той форме, в которой она существует в настоящий момент [20, 21], не в состоянии объяснить характер изменения светимости и температуры горячих компонентов AG Dra и ряда других симбиотических эвезд [17]. Поэтому следует признать, что основным источником энергии, питающим вспышку горячего компонента AG Dra, является гравитационная энергия аккрецируемого вещества, и светимость горячего источника в это время определяется темпом аккреции. Если аккреция осуществляется на белый карлик, то не исключено, что на его поверхности стационарно горит водородный слоевой источник, и именно темпом выделения энергии при термоядерном синтезе, зависящим в основном от массы белого карлика, определяется минимальный уровень болометрической светимости горячего компонента симбиотической эвезды. В этом случае легко можно понять, почему после вспышки AG Dra каждый раз имеет примерно один и тот же блеск в УФ-диапазоне.

Перейдем теперь к оценкам физических параметров отдельных компонентов AG Dra. При этом, если дело касается горячего источника излучения, то его будем рассматривать в том состоянии, в котором он находился в сентябре 1982 г. (табл. 2). Выбор даты связан с наличием в августе 1982 г. IUE-наблюдений AG Dra [11], из которых нам понадобится величина потока на длине волны 1340 А.

Как уже указывалось выше, холодный компонент в двойной системе AG Dra должен иметь размеры, близкие к размерам своей полости Роша. Только в этом случае удается понять, почему он обладает скоростью потери массы, оцениваемой ниже по светимости горячего компонента, на несколько порядков превышающей ее величину, характерную для одиночных красных гигантов; почему темп потери массы может меняться на порядок, вызывая вспышки AG Dra; почему вещество, теряемое холодной звездой, в основном концентрируется к горячему компоненту, образуя компактную газовую оболочку, которая в системе AG Dra испытывает частичные затмения и не дает заметного радиопотока [14].

Итак, для оценки светимости холодной звезды будем предполагать, что она заполняет свою полость Роша. Ее цветовая температура, определенная по показателю цвета ($\overline{J-K}$), составляет ~ 3700 К. Массу выбираєм равной 0.9 M_{\odot} в соответствии с принадлежностью AG Dra ко II типунаселения [10]. При массе горячего компонента 0.6 M_{\odot} и периоде обращения, равном 554 дням, светимость холодного компонента $L_{c, bol} \approx$ $\approx 3100 L_{\odot}$. Такой светимостью красный гигант может обладать, находясьлишь на асимптотической ветви гигантов. Его желтый цвет объясняется низким содержанием металлов, а классификация как KO Ib [3] — малым значением вффективного ускорения на его поверхности при заполнении им полости Роша.

Итак, если горячий компонент излучает подобно черному телу, то в сентябре 1982 г. его эффективная температура, болометрический по-ток, болометрическая светимость и эффективный раднус составляют $T_h \approx 8.8 \cdot 10^4$ K, $F_{h, bol} \approx 2.1$ $F_{e, bol}$, $L_{h, bol} \approx 6500$ L_O и $R_{h, eff} \approx 0.3$ $R_{G_{H}}$. Если он является белым карликом, то его радиус $R_h \approx 0.01 R_{\odot}$. Иными словами, основная доля гравитационной энергии аккрецируемого вещества будет выделяться уже под фотосферой, на уровне которой аккрецию можно считать уже сферически-симметричной, а излучение горячего компонента, сходного в этом случае с ядром планетарной туманности, чернотельным. До размеров R_{h, eff} аккреция может осуществляться и в фор-ме, близкой к дисковой. Влияние диска на наблюдаемые параметры симбиотической звезды может, например, проявляться в экранировке ядра при наблюдении двойной звездной системы с ребра. В моменты между вспышками $L_{h, bol} \approx 2200 L_{\odot}$ и $\dot{M} \approx 10^{-6} M_{\odot}/год$. Однако, как уже указыва-лось выше, можно предположить, что минимальный уровень излучения го-РЯЧЕГО КОМПОНЕНТА СВЯЗАН С ГОРЕНИЕМ НА ЕГО ПОВЕРХНОСТИ ВОДОРОДНОГО слоевого источника. В этом случае после вспыщки М может принимать значения $< 10^{-6} M_{\odot}$ год.

Если горячий компонент является звездой главной последовательности, то соответственно $M \gtrsim 10^{-4} M_{\odot}$ год. Ясно, что при такой скорости аккреции высокая (~ 10^5 K) температура горячего компонента возможна лишь при условии осуществления ее в дисковой форме. В свою очередь, диск уже может вносить заметный вклад в суммарное излучение горячего источника в районе бальмеровского скачка. Повтому в этом случае при оценках параметров горячего источника примем $T_{\bullet} = 2 \cdot 10^4$ K (табл. 3). Методика их вычисления подробно описана в работе Юдина [17]. Здесь же отметим лишь условие, которое необходимо наложить на модель с дисковой аккрецией, чтобы она удовлетворяла наблюдаемому уменьшению степени возбуждения вмиссионного спектра (параметр Q и табл. 3) при увеличении светимости горячего компонента.

При расчете распределения энергии в излучении горячего компонента при дисковой аккреции между максимальной температурой в диске-

(T_{d. max}) и температурой пограничного слоя (T_{bl}) задается постоянное соотношение [22]. Из теоретических вычислений оно определяется неоднозначно и лежит в пределах $T_{bl}/T_{d, \max} = 3 \div 5$. Однако важно то, что при темпа аккреции Td, max и соответственно Tb/ увеличиваются усиленни ~M1/4 В втом случае параметр Q суммарного излучения диска+пограничного слоя по крайней мере не должен уменьшаться, что противоречит наблюдениям (табл. 3). Выход из создавшегося противоречия может быть связан с отказом от условия выполнения в дисковой модели горячего комлонента симбиотической звезды постоянного соотношения между Т. на и Ты. Известно, что ядра планетарных туманностей обладают звездным ветром, интенсивность которого увеличивается с ростом светимости ядра [23]. Горячие компоненты симбиотических звезд по своим температурам н светимостям сходны с молодыми ядрами планетарных туманностей. Поэтому не лишено смысла предположить, что в то время как на экваторе звезды главной последовательности происходит аккреция вещества, через ее приполярные области осуществляется его отток, темп которого возрастает с ростом светимости горячего компонента, т. е. с ростом темпа аккреции. В этом случае эффективная температура пограничного слоя может и уменьшаться, что приведет к соответствующему уменьшению параметра Q.

Итак, для согласования модели с наблюдениями параметр T_{bl} считался свободным. После определения $T_{d, \max}$ по наклону спектра в области 1300—3600 А, с учетом вклада излучения газовой оболочки, T_{bl} выбиралось таким, чтобы параметр Q суммарного излучения диска+пограничного слоя соответствовал наблюдениям. В результате в сентябре 1982 г. получено, что $T_{d,\max} \approx 4.4 \cdot 10^4$ К, $T_{bl} \approx 1.07 \cdot 10^5$ К, $T_{bl}/T_{d,\max} \approx 2.4$, $F_{h, bôl} \approx$ $\approx 2.1 F_{c, bol}$, $L_{h, bol} \approx 6500 L_{\odot}$. Радиус и масса горячего компонента, звезды главной цоследовательности составляют 0.4 R_{\odot} и 0.4 M_{\odot} , т. е. он является красным карликом. Величина эддингтоновской светимости для него $L_{h, edd} \approx 5.3 L_{c, bol}$, что примерно соответствует максимальной светимости горячего компонента АG Dra при его вспышках.

Объемная мера вмиссии газовой оболочки в сентябре 1982 г. составляет $\sim 2.2 \cdot 10^{60}$ см⁻³. При $n_e \approx 10^{10}$ см⁻³ [10] ее радиус равен $\sim 1.3 \times \times 10^{13}$ см $\approx 1.3 R_e$. Из условия отсутствия радиопотока на частоте 4.9 ГГц на уровне 0.4 мЯн [14] следует, что звездный ветер от двойной звездной системы во внешнее пространство $< 1.5 \cdot 10^{-6} M_{\odot}/$ год.

Авторы выражают благодарность О. Г. Тарановой за помощь при наблюдениях и А. В. Тутукову за полезные обсуждения.

Астросовет АН СССР Государственный астрономеческий институт.им. П. К. Штернберга

SYMBIOTIC STAR AG DRA

A. P. IPATOV. B. F. YUDIN

We present results obtained from photometric (in the UBVR JHKLM system) and spectrophotometric (in the range 0.33-0.75 µm) observations of symbiotic star AG Dra. The cool component of this star is a red giant with approximately constant brightness ($\Delta / \leq 0^{m}$ 3) classified as K4-K5. This red giant fills it's Roche loble and probably is on the assymptotic giant branch of the HR diagramm. We detected the presence of IR excess in 5 µm associated with radiation of the gaseous envelope with the mass of $M \simeq 10^{-6} M_{\odot}$. Observations of AG Dra enable us to indicate that growing of 'the bolometric flux of a hot component is accompanied with decreasing effective temperature. The hot component of the system is probably an accreting red dwarf with the mass $M \simeq 0.4 M_{\odot}$ and disk accretion of matter of cool star with the rate $\dot{M} \gtrsim 10^{-4} M_{\odot}$ year in equatorial region. Increase of accretion rate during the outburst of AG Dra leads to the increase of stellar wind from the red dwarf surface and the decrease of it's effective temperature. The hot component of AG Dra may also be considered as a white dwarf with luminosity $L \gtrsim 3 \cdot 10^3 L_{\odot}$ and $R_{\rm eff} \gtrsim 0.2 R_{\odot}$. In this case gravitational energy of accreting matter $\dot{M} \ge 10^{-6} M_{\odot}/year$ would be the source of the hot component outbursts. The luminosity between outbursts is determined by energy generation from the burning hydrogen layer source.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Боярчук, Астрофизика, 2, 101, 1966.

- 2. N. G. Rowan, Astrophys. J., 117, 467, 1953.
- 3. C. C. Huang, in "The Nature of Symbiotic Stars", IAU Coll. 70, eds. M. Friedjung, R. Viotti, Reidel, Dordrecht, 1982, p. 151.
- 4. R. Luthardt, Mitt. Verand. Sterne, 9, 129, 1983.
- 5. L. Meinunger, IBVS, No 1611, 1979.
- 6. W. Wenzel, IAU Circ., No 4038, 1985.
- 7. J. Bortl, IAU Circ., No 4054, 1985.

2-915

- 8. C. M. Anderson, J. P. Cassinelli, W. T. Sanders, Astrophys. J. Lett., 247, L127, 1981.
- 9. L. Piro, A. Cassatella, R. Viotti, A. Altamore, IAU Circ., No 4032, 1985.
- R. Viotti, O. Ricciardi, D. Ponz, A. Giangrande, M. Friedjung, A. Cassatella, G. B. Baratta, A. Altamore, Astron. and Astrophys., 119, 285, 1983.
- R. Vtotti, A. Altamore, G. B. Baratta, A. Cassatella, M. Friedjung, Astron. and Astrophys., 283, 226, 1984.
- W. Blair, R. E. Stencel, W. A. Feibelman, A. G. Michalitsianos, Astrophys. J. Suppl. Ser., 53, 573, 1983.



13. О. Г. Таранова, Б. Ф. Юдин, Астрон. ж., 59, 101, 1982.

14. E. R. Seaguist, A. R. Tailor, S. Batton, Astrophys. J., 284, 202, 1984.

15. O. G. Taranova, B. F. Yudin, Astron. and Astrophys., 117, 209, 1983.

 D. Chochol, L. Hric, A. Scopal, J. Papousek, Prepr. Astron. Observ. Shalnaton Plese, 12, 261, 1985.

17. Б. Ф. Юдин, Астрон. ж., 63, 137, 1985.

18. А. А. Боярчук, Изв. Крым. астрофия. обсерв., 41, 42, 264, 1970.

19. А. В. Тутуков, Л. Р. Юнзельсон, Астрофизика, 12, 521, 1976.

20. B. Paczynski, B. Rudak, Astron. and Astrophys., 82, 349, 1980.

21. S. J. Kengon, J. W. Truran, Astrophys. J., 273, 280, 1983.

22. M. Cerruti-Sola, M. Perinotto, Astrophys. J., 291, 237, 1985.