

УДК: 524.3-62

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗВЕЗД С ИНФРАКРАСНЫМ ИЗБЫТКОМ (ЭМИССИЕЙ)

Р.Х.ОГАНЕСЯН, М.А.ЕРИЦЯН

Поступила 1 февраля 2000

Принята к печати 20 марта 2000

Представлены результаты исследования поляриметрических и ИК (IRAS) - наблюдений для 12 В-А-Ф звезд. Показано, что для звезд 66 Oph, SU Cas, HD 206773, EW Lac и HD 216411 параметры поляризации ($P\%$ и θ°) заметно отличаются в разных цветах (U, B, V, R). Представлены диаграммы цвет-цвет зависимости $[12]-[60]$ от $[12]-[25]$, $V-[12]$ от $B-V$ и $[12]-[25]$ от $V-[12]$. Показано, что звезды SU Cas, α CrB, γ Ser, γ Oph, QR Vul и HD 183362 обладают пылевыми оболочками типа Веги. Звезды 66 Oph и EW Lac по ИК-показателям цветов похожи на 51 Oph (В 9.5 Ve), а звезды HD 206773, HD 208682, HD 216411 и HD 179761 подобны звездам HD 9672, β Pic и HR 4796, имеющим более протажненные оболочки.

1. *Введение.* Наблюдения непрерывных спектров звезд в ИК-диапазоне показали, что у многих из них спектры состоят из двух составляющих: спектра фотосферического излучения звезды в близком ИК-диапазоне и спектра избыточного излучения околозвездной пыли в более длинноволновой области. Соотношения ИК-излучения этих двух компонентов имеют большой диапазон значений. Звезды с такими спектрами, как показали наблюдения и как указано в [1], принадлежат как ранним (О-В-А), так и поздним (F-G-K-M и С) спектральным классам.

Избыточное ИК-излучение может быть как сильным, так и слабым, в зависимости от строения околозвездных пылевых оболочек. Околозвездные оболочки формируются у молодых горячих звезд, у планетарных туманностей, у III зон, а также у звезд как с эмиссионными линиями, так и без них. О существовании околозвездных газо-пылевых оболочек можно судить не только по поглощению в далеком УФ-диапазоне и наличию ИК-эмиссии, но и по поляриметрическим наблюдениям оптического диапазона в U, B, V и R цветах. Если поляриметрические наблюдения показывают изменение параметров поляризации ($P\%$ и θ°) в зависимости от длин волн λ (U, B, V, R), это говорит о наличии собственной поляризации звезды. Т.е. либо вокруг таких звезд имеются газо-пылевые оболочки, либо они окружены пылевыми облаками маленького размера с большей плотностью по сравнению с плотностью межзвездной среды.

В данной работе с помощью электрополяриметра нами получены

параметры поляризации $P\%$ и θ° для 12 звезд спектральных классов $B-A-F$, а также исследованы их IRAS-показатели цвета [12]-[25], [12]-[60], $B-V$ и $V-[12]$. С помощью этих показателей цвета построены двухцветные диаграммы $B-V$ и $V-[12]$, $V-[12]$ и [12]-[25], [12]-[25] и [12]-[60].

2. *Поляриметрические наблюдения.* Поляриметрические наблюдения проводились с 9 августа по 9 сентября 1999г. с помощью электрополяриметра, установленного на 0.5-метровом телескопе системы Кассегрена (АЗТ - 14А) БАО (описание электрополяриметра приведено в [12] и других поляриметрических работах, выполненных в БАО). При этом из исследуемых 12-и звезд 8 являются спектрального класса В, 2 звезды - А0 и 2 - типа F.

Результаты поляриметрии приведены в табл.1, где указаны даты наблюдений, HD-номера, спектральные классы исследуемых звезд, а также

Таблица 1

ПАРАМЕТРЫ ПОЛЯРИЗАЦИИ ИССЛЕДУЕМЫХ ЗВЕЗД

Дата 1999	HD	R		V		B		U	
		P%	θ°	P%	θ°	P%	θ°	P%	θ°
9.VIII	161868	≤ 0.2	-						
	164284	0.77	101	0.68	111	≤ 0.2	-	≤ 0.2	-
	17463	2.40	43	2.29	45	1.84	41	1.70	51
	206773	0.98	25	1.44	31	1.56	36	≤ 0.5	-
	208682	≤ 0.3	-	≤ 0.2	-	≤ 0.2	-	≤ 0.2	-
14.VIII	179761	≤ 0.2	-						
	216411	3.66	140	3.76	144	3.44	137	3.57	145
	217050	2.54	87	2.69	87	-	-	-	-
31.VIII	164284	-	-	-	-	≤ 0.2	-	-	-
1.IX	139006	-	-	-	-	≤ 0.2	-	-	-
7.IX	142860	≤ 0.2	-	≤ 0.2	-	0.2	-	-	-
8.IX	192685	≤ 0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-
9.IX	183362	-	-	-	-	≤ 0.2	-	-	-

используемые в наблюдениях светофильтры с параметрами поляризации $P\%$ и θ° . Наблюдения проводились для девяти звезд в $UBVR$ -цветах, для одной - в R и V и для двух - в цвете B . Ошибки измерений параметров поляризации $P\%$ и θ° соответственно имеют значения $\sigma_p \approx 0.1\%$ и $\sigma_\theta \approx 3\%$.

По эффективным длинам волн $UBVR$ -светофильтров были построены зависимости поляризации от длины волны λ . Как видно из табл.1 и рис.1, поляризации $P\%$ 5-и звезд претерпели некоторые изменения от λ_{UBVR} , т.е.

звезды HD 17463, HD 164264, HD 206773, HD 216411 и, возможно, HD 217050 имеют собственную поляризацию.

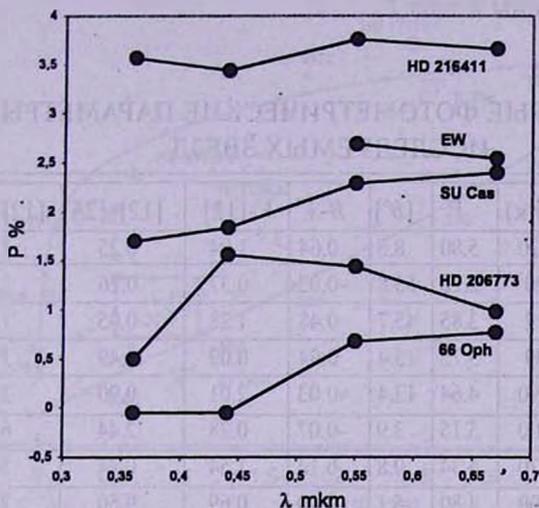


Рис.1. Зависимости поляризации P% от длин волн λ (U, B, V, R) для 5-и исследуемых звезд.

3. Данные IRAS для исследуемых звезд. Все 12 звезд имеют ИК-эмиссию. Данные для исследования показателей цвета для них, такие, как ИК-потоки (в Ян) на IRAS-полосах (12, 25 и 60 мкм), их звездные величины в V-лучах и показатели цвета B-V были взяты из [1]. При этом ИК-показатели цвета для длин волн IRAS (12, 25 и 60 мкм) определены нами по формуле, приведенной в [1].

$$m_{\lambda} = 2.5 \log(K_{\lambda} f_{\nu} [0.^m.00]) / f_{\nu}, \quad (1)$$

где m_{λ} - звездные величины на IRAS эффективных длинах волн (12, 25 и 60 мкм), $f_{\nu} [0.^m.00]$ - потоки в Ян, соответствующие нулевой звездной величине на IRAS длинах волн (по данным [3]), K_{λ} - исправляющий цифровой коэффициент для черного тела, имеющего температуру 10000 К и f_{ν} - наблюдавшиеся IPSC-потоки в Ян.

О калибровке IRAS-потоков для каждой длины волн, приведенных к звездным величинам, подробно описано в [1], поэтому мы приводим полученные нами окончательные формулы, выраженные в звездных величинах $[\lambda]$ для каждой длины волн:

$$[12] = -2.5 \log f_{12}(\text{Ян}) + 4.^m.03. \quad (2)$$

$$[25] = -2.5 \log f_{25}(\text{Ян}) + 2.^m.44. \quad (3)$$

$$[60] = -2.5 \log f_{60}(\text{Ян}) + 0.^m.49. \quad (4)$$

$$[100] = -2.5 \log f_{100}(\text{Ян}) + 0.^m.82. \quad (5)$$

На основании формул (2) - (4) были получены показатели цвета [12]-[25] и [12]-[60]. Эти показатели цвета вместе с другими фотометрическими параметрами приведены в табл.2.

Таблица 2

НЕКОТОРЫЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ИССЛЕДУЕМЫХ ЗВЕЗД

HD	Спектр	d (пк)	V	$[b^\circ]$	$B-V$	$V-[12]$	[12]-[25]	[12]-[60]	T_c (K)
17463	F5Ib	820	5.80	8.5	0.64	1.84	0.25	3.28	130.0
139006	A0 V	20	2.23	53.8	-0.02	0.37	0.26	1.30	150.0
142860 _D	F6 V	12	3.85	45.7	0.48	1.28	-0.05	1.11	-
161868	A0 V	39	3.75	15.4	0.04	0.09	0.49	3.45	80.0
164284	B2 Vesh	190	4.64	13.4	-0.03	2.01	0.90	2.03	230.0
179761	B8 II/III	300	5.15	3.9	-0.07	0.28	2.44	6.23	110.0
183362	B3 Vesh	370	6.34	9.8	-0.14	1.54	0.44	3.32L	950.0
192685 _D	B3 V	200	4.80	5.1	-0.20	0.69	0.50	2.63	750.0
206773	B0 Vpnc	670	6.87	3.6	0.23	3.84	0.60	4.08L	380.0
208682 _D	B2 Vesh	350	5.86	8.4	-0.06	1.12	1.16	3.48	400.0
216411	B1 Ia	1700	7.18	0.4	0.61	2.75	1.78	7.35L	150.0
217050	B3 IIIpesh	410	5.43	10.0	-0.09	1.96	1.09	2.01	390.0

В первом столбце табл.2 указаны номера звезд по каталогу HD. Во втором столбце даны спектральные классы наблюдавшихся звезд по данным работы [1]. В третьем столбце приведены расстояния от нас до звезд. В четвертом указаны звездные величины в цвете V по [1]. В пятом - галактические широты $[b^\circ]$, а в 6-9 столбцах соответственно представлены показатели цвета $B-V$ по [1], $V-[12]$, [12]-[25] и [12]-[60] (определенные нами по (2), (3) и (4)). В последнем столбце приведены цветовые температуры исследуемых звезд по данным [1].

В 9-ом столбце табл.2 возле показателя цвета три звезды (HD 183362, HD 206773 и HD 216411) отмечены буквой L, которая указывает, что у этих звезд имеются ошибки измерений в потоках, больше 3σ . На рис.2 эти звезды обозначены подчеркнутыми точками (\bullet). Квадратик на этом рисунке указывает место тех Be-звезд, ИК- эмиссия которых, в основном, обусловлена только газовой составляющей, т.е. свободно-свободными переходами электронов.

Из рис.2 также видно, что только одна звезда (HD164284 = 66 Oph) попадает в этот квадратик. У остальных 11 звезд ИК-эмиссия вызвана присутствием пылевой оболочки или диска. Для сравнения были приведены

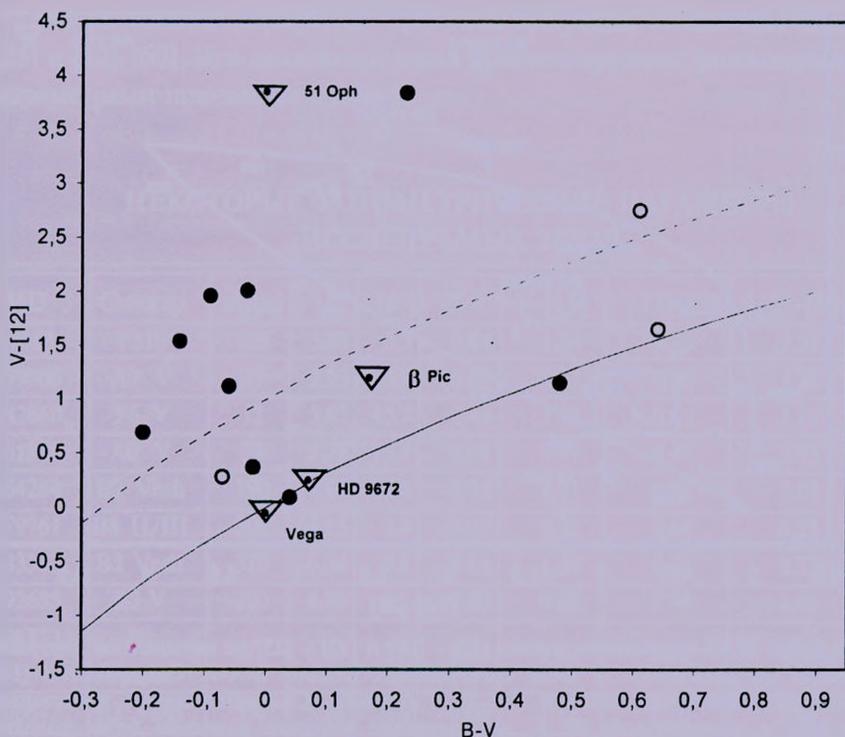


Рис.3. Показатели цвета ($V-[12]$) и ($B-V$) на диаграмме цвет-цвет для 12-и В-А- F звезд. Для сравнения приведены те же показатели цвета для α Лyr, β Pic и 51 Oph (обозначены так же, как на рис.2). Сплошная линия представляет отношение $B-V$, $V-[12]$, соответствующее уравнению (1) из работы [1]. Звезды над пунктирной линией на длине 12 мкм имеют ИК - эмиссию.

51 Oph. Просмотр табл.2 показывает, что звезды HD 17463, HD 139006, HD 142860 и HD 161868 находятся на больших галактических широтах и соответственно на близких расстояниях, 20, 20, 12 и 39 пк, поэтому поглощение их излучения является только околозвездным. Что касается двойной звезды 179761 ($d=300$ пк), то ее избыток цвета $E_{(B-V)} = +0^m.01$ слишком мал, поэтому ее ИК-эмиссия также имеет околозвездное происхождение.

4. **Заключение.** Анализ результатов исследуемых 12 звезд по поляризметрическим (U, B, V, R) цветам и ИК-эмиссионным IRAS-данным [1] позволяет сделать следующие выводы:

1. Зависящая от λ ($UBVR$) поляризация претерпела изменения у пяти звезд (66 Oph, SU Cas, HD 206773 и HD 216411 и, возможно, EW Lac). Это говорит об их собственной поляризации.

2. У остальных 7 звезд поляризация находится в пределах ошибок измерений. Это еще не говорит об отсутствии собственных газо-пылевых оболочек, поскольку при сферической симметрии оболочки поляризации не должно быть.

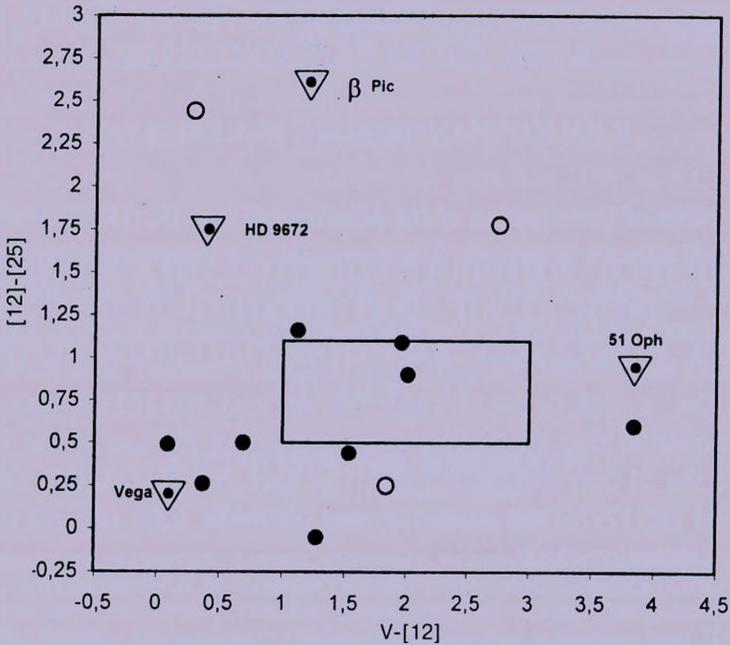


Рис.4. Диаграмма цвет-цвет для показателей цвета [12]-[25] и V-[12] 12-и звезд. Обозначения такие же, что и на рис.2.

3. ИК-эмиссия у звезд 66 Oph и EW Lac, в основном, обусловлена свободно-свободными переходами электронов. По характеру ИК-показателей цвета они похожи на звезду типа B9e 51 Oph.

4. Звезды SU Cas, α Cr B, γ Ser, γ Oph, QR Vul и HD 183362 обладают пылевыми оболочками типа Веги.

5. Звезды HD 206773, HD 208682, HD 216411 и HD 179761 окружены газо-пылевой оболочкой, ИК-эмиссия которой, в основном, обусловлена свободно-связанными переходами электронов.

Авторы искренне благодарны Е.Р.Оганесян за помощь, оказанную в корректировке текста.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
им. В.А.Амбарцумяна, Армения.

THE POLARIMETRIC OBSERVATIONS OF SOME STARS
WITH INFRARED EXCESSES

R.KH.HOVHANNESIAN, M.A.ERITSYAN

The results of investigation of the polarimetric and IR (IRAS) - observations of 12 B-A-F stars are presented. It is shown that the polarimetric parameters ($P\%$ and θ°) of the stars 66 Oph, Su Cas, HD 206773, EW Lac and HD 216411 are depending on λ (U,B,V,R). The colour-colour diagram for [12]-[60] to [12]-[25], V-[12] to B-V and [12]-[25] to V-[12] are presented. It is shown that the stars SU Cas, α CrB, γ Ser, γ Oph, OR Vul and HD 183362 have the Vega type circumstellar dust shells. The stars 66 Oph and EW Lac by the IR colours look likes the 51 Oph star (B 9, 5 Ve). The stars HD 206773, HD 208682, HD 216411 and HD 179761 are similar to stars HD 9672, β Pic and HR 4796 which have more extention shells.

ЛИТЕРАТУРА

1. R.D.Oudmaijer, W.E.C.J. van der Veen, L.B.F.M. Waters, N.R.Trans, C.Waelkners, E.Engelman, Astron. Astrophys. Suppl Ser., 96, 625, 1992.
2. М.А.Ерицян, Р.Х.Оганесян, *Астрофизика*, 41, 311, 1998.
3. IRAS Explanatory Supplement to the Cataloges and Atlases, Eds. C.A.Beichman, G.Neugebauer, H.J.Habing, P.E.Clegg, T.J.Chester, 1985, NASA RP-1190.
4. Дж.Б.Оганесян, *Астрофизика*, 40, 365, 1997.
5. M.Jura, B.Zackerman, E.E.Becklin, R.C.Smith, *Astrophys. J.*, 418, L37, 1993.
6. I.C.Augerou, A.M.Lagrange, D.Mouillet, J.C.B.Papaloizou, P.a.Grorod, *Astron. Astrophys.* 348, 557, 1999.