АСТРОФИЗИКА

TOM 41

АВГУСТ. 1998

выпуск з

УДК: 524.312

ПЫЛЕВЫЕ ОБОЛОЧКИ ВОКРУГ НЕКОТОРЫХ ЗВЕЗД РАННИХ СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ С ЭМИССИОННЫМИ ЛИНИЯМИ

Р.Х.ОГАНЕСЯН, Р.А.ЕПРЕМЯН

Поступила 3 января 1997 Принята к печати 11 марта 1998

Представлены результаты исследования околозвездных пылевых оболочек вокруг 22 звезд ранних спектральных классов с эмиссионными линиями. Определены поглощение на 1640 Å, линейные размеры и массы пылевых оболочек. Они отличаются друг от друга (см. табл.1). При определении массы оболочек были учтены радиусы Н II зон, где средняя концентрация электронов в газовой оболочке принята $n_{i}=2.5\cdot10^{5}$ см⁻³.

1. Введение. В настоящее время по данным ультрафиолетовых $(У\Phi)$, оптически инфракрасных (ИК) наблюдений накоплен значительный материал об О-В-А звездах ранних спектральных подклассов и всех классов светимостей. Большинство этих звезд с эмиссионными линиями имеют недостаток энергии в УФ и избыток ее в ИК диапазонах, что, по-видимому, обусловлено существованием газо-пылевых оболочек вокруг них. Поэтому в непрерывных спектрах имеет место отклонение от нормального распределения энергии. Например, результаты спектрофотометрических и фотометрических исследований [1-8] Ве-звезд показали, что их спектральные и фотометрические параметры характеризуются следующим образом:

- Величины бальмеровских скачков (D) Ве-звезд меньше, чем у нормальных звезд того же спектрального подкласса [1, 2, 4].

- Ве-звезды имеют большие по сравнению с нормальными В- звездами спектрофотометрические градиенты [1, 2, 4].

-Показатели цвета B-V Ве- звезд в большинстве случаев являются более красными, а в U-B - более голубыми, чем В-звезды того же спектрального подкласса [3].

-В отличие от большинства Ве-звезд (классических) существуют Везвезды, у которых при увеличении блеска становится краснее не только показатель B-V, но и U-B [5,10], а величины бальмеровских скачков становятся аномально больше, чем у нормальных B-звезд тех же спектральных подклассов [5, 6]. ИК-исследования [9-11] типичных Ве-звезд, находящихся на расстоянии 50 -75 пк от нас, выполненные на основании данных IRAS [12] показали, что ИК-избыток эмиссии обусловлен излучением ионизованного газа, в котором имеют место свободно-свободные переходы электронов, а ИК-показатели цвета на двухцветных диаграммах (12)-(60), (12)-(25) [9, 11] и (25)-(60), (12)-(25) [10] занимают очень компактную область. С другой стороны, на тех же диаграммах указаны показатели цвета звезд типа Ве и Ас, которые лежат вне этой области. По исследованиям [13, 14] эти звезды, кроме газовых оболочек имеют и пылевые.

Из [10, 11, 13-16] следует, что в число звезд с ИК эмиссией входят звезды различной физической природы, находящиеся на разных стадиях эволюции. Поэтому физические свойства их околозвездных оболочек также должны быть различными.

С этой точки зрения определенный интерес представляют некоторые звезды с предполагаемыми газо-пылевыми оболочками, исследованные в работах [17-21] на основании наблюдений космического телескопа Глазар [22]. В этих работах обращено внимание на тот факт, что некоторые звезды, находящиеся на сравнительно близких расстояниях от нас, имеют заметно большие поглощения на 1640 Å, чем остальные звезды на тех же расстояниях в их окрестностях. Следовательно, это поглощение не может быть только межзвездным, но и околозвездным.

В работах [17-21] сделан вывод о существовании относительно плотных пылевых оболочек у этих звезд, среди которых имеются 15 звезд с ИК излучением [12].

В нашей предыдущей работе [23] были представлены результаты исследований околозвездных пылевых оболочек 36 звезд О-В-А разных классов светимостей, наблюдаемых в направлениях ассоциаций Саз OB1,Cas OB2,Per OB1 и Ori OB1.

В настоящей работе, на основании данных о распределении пылевой материи в пространстве в направлениях 15 звездных ассоциаций [17-21] представлены результаты исследования предполагаемых пылевых оболочек вокруг 22 звезд ранних спектральных классов с эмиссионными линиями и всех классов светимостей, расположенных в направлениях вышеуказанных 15 ассоциаций. Среди этих звезд имеются звезды типа Вольфа-Райе, Р-Лебедя, Ое и Ве, список которых представлен в табл.1 (порядковые номера, HD-номера спектральные классы и другие параметры).

2. Поглощение, обусловленное околозвездными пылевыми оболочками. Доля поглощения 1640 Å, вызванная околозвездными пылевыми оболочками, определялась, аналогично [23], методом соседних

пылевые оболочки вокруг ранних звезд

Таблица 1

ПАРАМЕТРЫ ЗВЕЗД С ОКОЛОЗВЕЗДНЫМИ ПЫЛЕВЫМИ ОБОЛОЧКАМИ

No	HD	Спектр	d	r	sx10-16	Погл.	Δr	Масса об.
	1240	2 10 2.15	пк	пк/см²	СМ	ΔA ₁₆₄₀	a.e.	M.
12.5.7		- Tel 23 Ser	1.11		-	10 10/1	Land	
1	13669	B2Ve	550	12.0	0.933	3.23	2000	4.6.10-3
2	14818	Bilac	1400	53.0	4.122	3.19	2090	3.8.10-2
3	34576	B3Ve	470	6.6	0.513	0.70	430	1.7.10-4
4	34921	BOIVpe	1110	56.0	4.355	2.27	1400	2.2.10-2
5	35345	09.5Vpc	1080	54.0	4.200	4.23	2600	5.5·10-2
6	35972	B7Ve	550	1.9	0.148	1.06	660	1.7.10-4
7	37115	B4Ve	280	5.0	0.389	2.51	1550	2.4-10-3
8	37806	B7.5Vpe	240	1.5	0.117	3.06	1890	3.0-10-3
9	38120	B9Vc	480	0.5	0.039	0.91	560	8.1-10-5
10	42087	B2.5Ibe	1050	27.5	2.139	2.69	1660	1.1.10-2
11	259431	BIVpe	1260	17.0	1.322	2.75	1700	6.3-10-3
12	259597	B0.5Vpe	1710	28.0	2.177	2.47	1520	9.2.10-3
13	259631	B5Vpe	850	3.6	0.280	2.22	1370	4.5.10-3
14	51480	B0.5Vpe	580	28.0	2.177	3.77	2330	2.0-10-2
15	52721	B0.5IIIne	1000	35.0	2.722	1.79	870	1.1-10-2
16	53367	O9IVe	810	76.0	5.910	4.15	2570	9.7.10-2
17	63462	B0Vpe	360	46.0	3.577	1.06	660	5.9-10-3
18	76534	B2Vnpe	660	12.0	0.933	2.53	1560 ⁻	4.1.10-3
19	150093	B4III/IIe	310	10.0	0.778	1.96	1210	2.0.10-3
20	151932	WN7	2000	53.0	4.122	1.11	690	7.9-10-3
21	193237	B1Ia+e	780	68.0	5.288	1.81	· 1110	2.3.10-2
22	193576	06+WN5	860	53.0	4.122	2.65	1640	2.6.10-2

звезд. Необходимо отметить, что в том случае, когда соседняя звезда находится на большем расстоянии, чем исследуемая, ее поглощение нужно привести к такому значению, как если бы расстояние от нас до нее было таким же, что и до исследуемой звезды. При этом считается, что поглощение излучения звезд сравнения обусловлено только межзвездной составляющей

$$A_{1640}^{a} = A_{1640}^{c} (du/dc),$$

где символ (c) относится к звезде сравнения, (n)- к поглощению, приведенному на расстояние исследуемой звезды, a (u) - к исследуемой звезде, A_{1640} — поглощение на 1640 Å, а d- расстояние до звезды.

411

(1)

Р.Х.ОГАНЕСЯН, Р.А.ЕПРЕМЯН

При таком подходе разность поглощений (ΔA_{1640}) на 1640 Å

$$\Delta A_{1640} = A_{1640}^{"} - A_{1640}^{"} \tag{2}$$

и есть значение поглощения, обусловленное наличием пылевых оболочек. Значения ΔA_{1640} представлены в седьмом столбце табл.1.

Список звезд сравнения приведен в табл.2. В первом столбце этой таблицы приведены порядковые номера исследуемых звезд, взятые из табл.1. Далее представлены HD-номера, спектральные классы, величины межзвездного поглощения звезд сравнения и поглощения приведенных

Таблица 2

No	Звезда	Sp	Полн	Погл.	N₂	Звезда	Sp	Полн.	Погл.
	сравн.	1 1	погл.	прив.		сравн.	- 10	погл.	прив.
115	HD,BD	11.1.2	A ₁₆₄₀	на рас.	$\langle \tau \rangle$	HD,BD	1.472	A 1640	на рас.
	1010			иссл.зв.		-7-7			иссл.зв.
1	12323	09.5V	2.68	0.78		37470	B7.5V	0.30	
1.	12727	B1 III	2.73	±0.40	10	42896	B0.5V	1.10	0.48
	13717	B9 II	2.22	ALC: NO	11	258749	B3 V	0.21	0.14
2	14434	B6 V	4.55	2.18	12	258749	B3 V	0.21	0.40
111	14443	B2 Ib	2.49	±1.05		259954	B3 IV	0.84	±0.43
3	34546	B4.5V	1.63	1.26		260537	BS V	0.12	100 17
4	34333	B2 III	2.00	1.74	13	260537	B5 V	0.12	0.06
5	34986	B1 III	3.20	1.44	14	51454	B6 IV	2.45	1.71
	+34°1059	09 IV	3.82	±0.14	15	52159	B4Ve	0.77	1.01
10	+35°1141	B0.5IV	3.34	1.000		53035	B4.5III	1.29	±0.47
6	36046	B4.5 V	0.95	0.69	16	53010	B2.5 V	2.50	1.52
1	36312	B7.5 V	0.63	±0.08	-	53035	B4.5 III	2.29	±0.32
140	36935	B5 IV	0.60		17	63639	A0.5 V	0.72	0.76
7	36916	B4.5 V	1.16	0.38	18	75275	B3 V	1.38	0.88
	37150	B2 V	0.77	±0.30	1.	75872	B4 IV	1.26	±0.14
	37209	B1.5IV	0.18		19	151804	B1 Ia	1.31	0.26
	37373	B7.5 V	0.49	1.000		152096	B2 IV	2.01	±0.04
8	37686	B9 V	0.05	0.21	20	151804	B1 Ia	1.31	1.66
	37744	B1 V	0.84	±0.13	1.1	152096	B2 IV	2.01	±0.35
	37886	B7.5 V	0.91		21	192639	B0.5 Ia	5.88	3.60
	37927	B6 V	0.61		12	193007	B1.5 II	5.09	±0.49
9	37209	B1.5IV	0.18	0.23	50	193076	В1 П	5.67	and the second
	37373	B7.5 V	0.49	±0.18	22	193032	B0.5II	3.48	3.46
	37481	B1.5 V	0.11	O to de	-	193514	B0.5 II	3.43	±0.03 ·

ПАРАМЕТРЫ ЗВЕЗД СРАВНЕНИЯ

412

на расстояние исследуемых звезд - A_{1640}^{n} , а также средние значения поглощений ($A_{1640}^{u} \pm \sigma_{1640}$) с дисперсией поглощений, если число звезд сравнения больше единицы.

3. Данные IRAS для исследуемых звезд с ИК эмиссией. 15 звезд из 22 исследуемых имеют ИК-эмиссию. Для этих звезд по значениям потоков ИК- излучения на длинах волн 12, 25 и 60 мкм [12], определенных по методу [13], получены показатели цвета V-(12), (12)-(25), (12)-(60), представленные табл. 3. При этом, 6 звезд из этого списка (№ 4, 9-11, 14, 21) имеют нормальные потоки на трех длинах волн (12, 25, 60 мкм), а у 9 остальных значения

Таблица 3

НЕКОТОРЫЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ИССЛЕДУЕМЫХ ЗВЕЗД В ЗВЕЗДНЫХ ВЕЛИЧИНАХ

N₂	V	E(B-V)	Полн.	<i>m</i> ₁ (12)	т,	Δm,	Показатели цвета		
-	12	28	погл. А ₁₆₄₀				V-(12)	(12)-(25)	(12)-(60)
1	7.90	0.59	4.01	-	-	-	-	- F	-
2	6.25	0.50	4.94	5.18	5.30	-0.12	1.07	1.44L	1.50L
3	7.50	0.18	1.96	-	-	-	-	-	-
4	7.47	0.50	4.01	4.73	6.82	-2.09	2.47	2.34	5.13
5	8.39	0.52	5.67	4.51L	4.67	-0.16	3.79	1.29	4.72L
6	8.83	0.20	1.75	- 10 L	-	-			-
7	7.08	0.13	2.89		-		1 = 2-1		÷
8	7.96	0.07	3.27	1.42	7.62	-6.20	6.81	1.35	2.61L
9	9.07	0.08	1.14	1.72	8.70	-6.98	7.62	2.26	4.06
10	5.76	0.40	3.17	4.73	5.00	-0.27	1.03	1.36	3.43
11	8.74	0.52	2.89	1.01	7.81	-6.80	7.73	2.04	5.78
12	8.59	0.42	2.87						
13	9.53	0.31	2.28	-	-		2.6	- 1	1
14	6.89	0.59	5.48	3.64	5.80	-2.16	3.25	0.52	2.39
15	6.60	0.34	2.80	3.39	6.19	-2.80	3.21	0.80	6.74L
16	6.96	0.75	5.67		-	-			-
17	4.48	0.29	1.82	2.70	4.33	-1.63	1.78	0.41	2.53L
18	8.04	0.37	3.41	4.23L	4.35	-0.12L	3.35	1.63	7.36L
19	7.92	0.25	2.22	4.19	6.89	-2.70	3.73	0.58	4.44L
20	6.49	0.44	2.77	3.47	5.16	-1.69	3.02	0.66	4.25L
21	4.81	0.64	5.41	1.65	2.91	-1.26	3.16	0.94	2.42
22	8.00	0.78	6.11	4.37	5.86	-1.49	3.63	3.66L	7.20L

413

Р.Х.ОГАНЕСЯН, Р.А.ЕПРЕМЯН

потоков на этих длинах волн обозначены буквой L. Так как для этих звезд ошибка измерений больше 3с, то показатели цвета таких звезд на рис. 1 и 2 отсутствуют. Поэтому, на рис. 1 указаны только показатели цвета (12) - (60) и (12)- (25) вышеуказанных 6 звезд (крестики). Там же для сравнения приведены показатели цвета 23 Ве-звезд, взятых из работы [9] и 8 Ас /А-shell звезд, взятых из работы [11] (окружности). На рис.2 представлены диаграммы цвет-цвет (12)-(25), V - (12) для 11 звезд из табл. 3 (крестики), а для сравнения — те же показатели цвета для 29 Ве-звезд по данным работы [9] (точки). Нужно отметить, что звезды типа Ве, ИК-эмиссия которых обусловлена только свободно-свободными переходами, на рис. 1 и 2 занимают очень компактную область. Как видно из этих рисунков, исследованные нами звезды с эмиссионными линиями не попадают в этот квадрат. Это значит, что их ИК-избытки излучения — следствие существования не только газового, но и пылевого



Рис.1. IRAS двухцветная (12)-(60), (12)-(25) диаграмма: 1 - звезды, наблюдавшиеся на длинах волн 12, 25 и 60мсм; 2 - звезды типа Ве с теми же показателями цвета, взятые из [9], приведены для сравнения; 3 - звезды типа Ae/A-shell, взятые из [11], также приведены для сравнения.

компонентов, что подтверждается также методом, предложенным в работе



Рис. 2 Двухцветная диаграмма (12)-(25), V-(12) для 11 исследуемых звезд с эмиссионными линиями из табл.3 (крестики). Для сравнения приведены те же показатели цвета для 29 Ве-звезд по данным[9] (точки).

[13]. В ней, по результатам исследований 19 Ас/А- shell звезд сделан вывод о том, что 8 из них имеют пылевые оболочки (облака). При этом использовались наблюдения на 12 мкм (по данным IRAS), звездная величина *m*, (12) определяется по формуле [13]:

$$m_I(12) = -2.5 \lg F(12, J_y) + 4.03 \tag{3}$$

и вычислены $m_{p}(12)$ звездные величины на 12 мкм вышеуказанных 19 звезд, потоки которых соответствовали излучателю, не имеющего поглощения. Для чернотельных источников отношения потоков на 12 и 25 мкм k = F(12)/F(25) равно 4.3 [13]. Кроме этого, между величинами V, B-V и $m_{s}(12)$ существует корреляция:

$$\Delta m_p(12) = m_I(12) - m_p(12)V - 2.353(B-V) - 0.271.$$
(4)

По разности (3)-(4) $\Delta m_p(12) = m_I(12) - m_p(12)$ определяется величина поглощения, по которой можно судить о наличии пылевых оболочек. Если Δm_i - отрицательная величина меньше - 0.5, а отношение потоков k = F(12)/F(25) сильно отличается от значения 4.3, то только звезды (HD 31648, 39060, 41511, 95881, 141569, 144668, 163296 и 179218, табл. 3 в [13]) являются звездами с пылевыми оболочками.

Аналогичным образом определены значения $m_{f}(12)$, $m_{f}(12)$ и Δm_{f} для звезд, исследуемых в настоящей работе, которые приведены в табл. 3.

Таким образом, из рис. 1, 2, а также из табл. 3 (столбцы 8-10) хорошо видно, что звезды HD34921 (k = 0.41), HD37806 (k = 1.17), HD38120 (k = 0.51), HD259431 (k = 0.62), HD51480 (k = 2.55), HD52721 (k = 0.32), HD63462 (k = 2.79), HD 193576 (k = 1.19) на диаграммах расположены вне зоны Ве - звезд с излучением свободно-свободных переходов, а их значения *m* лежат в промежутке от -1.26 до -6.98. Следовательно, они являются звездами с пылевыми оболочками, что хорошо согласуется с результатами работ [9, 11,13, 14].

4. Линейные размеры и массы пылевых оболочек. В работе [23] изложена методика определения линейных размеров пылевых облаков вокруг звезд ранних спектральных классов, согласно которой

$$\Delta r(12) = 0.921 \Delta A_{1640} / K_{1640} , \qquad (5)$$

где Δr - линейные размеры пылевых оболочек (в см), ΔA_{1640} — доля поглощения на 1640 Å, обусловленная только пылевой оболочкой (в звездных величинах), а $K_{1640} = 10^{-16}$ см⁻¹. Численные значения Δr (в а.е.) для звезд, рассматриваемых в настоящей работе, приведены в табл. 1.

Для определения массы пылевых оболочек исследуемых звезд, необходимо учитывать величины линейных радиусов областей Н II вокруг них (зоны Стремтрена [24]).

Согласно [25], между зонами Н II и Н I имеется переходная область, где световое давление в линии La достигает своего максимума.

По-видимому, пыль находится в переходной области между зонами Н II и Н I. Поэтому, при определении масс пылевых оболочек необходимо учитывать радиусы ионизованных зон. Согласно [26, 27], основным источником нагрева пылевых частиц является поглощение излучения фотосферы, которое переизлучает в ИК-диапазоне. В [26, 28] предполагается, что пылевая эмиссия образуется в ионизованной области. Тогда при существовании достаточно плотной пылевой оболочки должно наблюдаться ИК-излучение. Соответственно, при разреженной пыли ИК-излучения не наблюдается.

В работе [29] определены радиусы областей Н II для звезд спектральных подклассов О5-В9 и всех классов светимостей. Численные значения этих радиусов (sn³) зон Н II использованы в нашей работе, где s-радиус сферы Стремгрена, n_e - концентрация электронов (см⁻³) в этой сфере.

Т. к. исследуемые нами звезды имеют протяженные газовые оболочки, из-за истечения вещества с фотосфер (звездный ветер), концентрация электронов, даже на больших расстояниях, сильно отличается от $n_e = 1 \text{ см}^{-3}$. Из работ [2, 4, 30] видно, что концентрация атомов водорода вблизи поверхности звезды порядка $10^{11}-10^{13}$ см⁻³. При этом считается, что атомы водорода (а у звезд WR и атомы гелия) в оболочке ионизованы ($n = n_e = n^+$), а плотность вещества в ней меняется обратно пропорционально квадрату расстояния от центра звезды, т.е.

$$n_e = n_e^0 \left(R_{\cdot}/R\right)^2, \qquad (6)$$

где n^0 - концентрация электронов вблизи фотосферы, R. -радиус звезды, *R*-расстояние от центра звезды до данной точки, выраженное в радиусах фотосферы (R.).

На основании работ [2, 4, 30] принимаем, что, в среднем, концентрация электронов n_e возле фотосферы равна 10¹² см⁻³. Известно также, [25, 30], что свечение газовых оболочек в непрерывном спектре происходит путем рекомбинаций и свободно-свободных переходов в полях ионов, а область свечения простирается достаточно далеко (теоретически до бесконечности). Так как материя, выброшенная в виде ионизованного газа, распространяется очень далеко, (6), то для средней концентрации в оболочке мы принимаем то значение, которое соответствует $R=2000R_{e}$, где n_e , согласно (6), равно 2.5х10⁵ см⁻³. Сравнивая это значение с полученными в работе [31] ($n_e = 4x10^4$ см⁻³) и радио и IRAS-данными ($n_e > 2x10^4$ см⁻³) [33], а также с данными работы [34] ($n_e = 10^2-10^5$ см⁻³ для 88 планетарных туманностей), видно, что оно вполне приемлемо. Поэтому, при определении радиуса *s*-H II использовалось значение n = 2.5x10⁵ см⁻³

$$s = r n_e^{-\gamma_s}, \tag{7}$$

где r (пк см⁻²) численные значения радиусов зон H II (при $n_e = 1$ см⁻³) соответствующих спектральных подклассов, взятых из [29].

Значения r и s приведены в табл. 1.

Имся численные значения радиусов s, плотность пылевой материи в оболочке и линейные размеры пылевой оболочки звезды, можно оценить массу пылевой оболочки в единицах M_{\star} по формуле:

$$M_{ob} = (4\pi/3) \Big[(s + \Delta r)^3 - s^3 \Big] \rho_g \ M_{\odot}^{-1}$$
(8)

Значение $\rho_g = 5.73 \cdot 10^{-20}$ гсм⁻³ взято из работы [25]. Значения M_{c6} / M_e также представлены в табл. 1. Из нее видно, что линейные размеры пылевых оболочск находятся в пределах от 450 до 2600 а.е.

массы - от 10⁻¹ до 10⁻¹ M_{e} .Для сравнения отметим, что по исследованиям слабых [36] и ярких [37] планстарных туманностей, массы их пылевых оболочек равны 10⁻⁵ - 10⁻³ M_{e} .

5. Некоторые сведения об исследуемых звездах. Интересно заметить, что существует зависимость между массами ($\lg M_{M}/M_{0}$) и величинами поглощений (ΔA_{1640}) пылевых оболочек, построенная на основании данных табл. 1. Она представлена графически на рис. 3. Из этого рисунка видно, что получены 2 линсйные зависимости распределения исследуемых звезд (обозначим их индексами I и II).

На І прямой расположены звезды спектральных классов O6+WN5, WN7, O9 - B0.5 почти всех светимостей и одна звезда типа B2.5 lb (N 10). Вторая прямая содержит звезды спектральных классов O9.5 - B9 в главной последовательности, за исключением одной звезды - класса B4 III-II.

Массы пылевых оболочек первой прямой в основном больше чем второй.Только 3 звезды спектральных классов O9.5 Vp (N5), B0.5 Vp (N 14) и B1 Vp (N 11), находящихся на второй прямой, имеют массы того же порядка, что и на первой прямой.

Разновидность этих прямых, по-видимому, обусловлена как большими



Рис. 3. Зависимость между поглощениями (излучения) пылевых оболочек (ΔA_{1640}) и их массами (lgM_{e6}/M_{e}) лля 22-х исследуемых О-В9 эвезл:

 звезды на І прямой, не имеющие ИК-эмиссии, 2 - звезды с ИК-эмиссией; 3 звезды на ІІ прямой, не имеющие ИК-эмиссии;
 звезды с ИКэмиссией. радиусами Н II зон вокруг О-В1 звезд первой прямой, так и большой разницей между радиусами пылевых оболочек исследуемых звезд.

Как видно из тэбл.1 величины радиусов пылевых оболочек $\Delta r (\Delta A_{1640})$ и спектральные классы этих звезд не зависимы друг от друга. Просмотр Паломарских карт показал, что среди звезд, исследуемых в настоящей работе, есть звезды (HD 13669 и HD 14818 из области Per OB1), в окрестностях которых не видны диффузные облака.

Звезда HD 35345 в направлении Aur OB1 находится в области слабого диффузного облака, которое видно только на Е-карте. Вероятно, что эта звезда связана с облаком, освещающим его.

Звезды HD 37115, HD 37806 и HD 38120 из области Ori OB1 находятся в пылевых облаках. По данным [38] HD 37806 имеет вокруг себя пылевые облака. Звезда HD 259431 из области Mon OB1, по данным [38] окружена околозвездным пылевым облаком.

Звезда HD52721 из области С Ma OB1 является ядром зоны H II [39], HD 53367 является освещающей звездой диффузной туманности IC2177 (85х25) [40] и ядром зоны H II. Обе звезды по паломарским картам находятся в плотных облаках. Звезда HD 51480 из той же области является двойной системой с компонентами B0 III и K0 III. Не исключено, что избыток ИК-излучения связан с газо-пылевой оболочкой, находящейся вокруг этой системы. По данным [39] HD 151932 (WN7) является ядром зоны H II.

В слабом облаке (паломарские карты) находится и звезда типа Ве-Р Суд = HD 193237. По данным [40] Р Суд находится в промежуточной эволюционной стадии между супергигантом и звездой типа Вольфа-Райе. По данным радионаблюдений [41] на 4.8 Ггц и 1420 Мгц подтверждено существование растянутой радиоэмиссии вокруг Р Суд.

По паломарским картам вокруг звезды HD 193576=V 444Суд хорошо видна зона H II. Она яркая на Е-карте и сле видна на О-карте.

Представляет интерес сравнение координат, исследуемых звезд с координатами рентгеновских источников [12, 41]. Оно показало, что среди них (по данным этих каталогов [12, 41]) не имеются рентгеновские источники с разностями не меньше ± 1 угловой минуты. Но в работе [42] указано, что (наряду с другими звездами) HD 193576 = V444 Cyg (O6 + WN5) имеет рентгеновское излучение $Lx^{m6x} = 5 \times 10^{32}$ и $Lx^{roop.} = (1-11)10^{32}$ эрг/с.

6. Заключение. Анализ результатов исследований 15 областей в направлениях ряда звездных ассоциаций [21-25], выполненных по наблюдениям на УФ-телескопе "Глазар " на 1640 А, позволяет сделать следующие выводы:

1. У 22 звезд с эмиссионными линиями предполагаются пылевые оболочки.

2. Присутствие газо-пылевых оболочек подтверждается наблюдениями IRAS [16].

15 звезд из 22 являются источниками ИК-излучения, показатели цвета (12)-(25) и (25)-(60), которые на двухцветной диаграмме расположены вне компактной области, обусловленной только свободносвободными переходами.

3. Определены линейные размеры и массы пылевых оболочек исследуемых звезд, которые сильно отличаются друг от друга (см. табл.1, столбцы 8, 9).

4. Некоторые звезды (HD 35345, 37115, 37806, 38120, 52721, 53367, 193237) находятся в диффузных облаках и, возможно, освещают их.

5. Звезды HD 52721, 53367, 193576 являются ядрами H II зон, причем HD193576 окружена кольцеобразной зоной H II.

Авторы выражают благодарность В.В.Амбаряну за обсуждение результатов и полезные замечания.

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

THE DUST ENVELOPS AROUND SOME EARLY TYPE STARS WITH EMISSION LINES

R.Kh.HOVHANNESIAN, R.A.EPREMIAN

The results of circumstellar dust envelopes for 22 early type and luminous stars with emission lines, in directions of 15 OB associations are presented. The absorbtion at λ 1640 A, linear sizes and masses of circumstellar dust envelopes are determinated. They differ from each other strongly (Table 1). At definition of envelopes the radii of HII regions were taken into account, where the mean electron concentration $n_{\rm e} = 2.5 \times 10^5$ cm⁻³ was adopted.

420

ЛИТЕРАТУРА

- 1. D.Barbier, D. Chalonge, Ann., d Astrophys., 4, 30,1941.
- 2. О.Цой Дяй, Астрон. ж., 33, 506, 682, 1956.
- 3. E.Mendoza, Astrophys. J., 128, 207, 1958..
- 4. Р.Х.Оганесян, Сообш. Бюр. обс., 32, 25, 1963.
- 5. D. Chalonge, D. Divan, L.V. Mirzoyan, Astrofizika, 4, 603, 1968.
- 6. Я.Н.Чхиквадзе, Астрофизика, 16, 716, 1980; 17, 317,1981.
- 7. N.L.Nordh, S.G.Olofsson, Astron. Astrophys., 56, 117, 1977.
- 8. R.E.Shild, Astrophys. J., Suppl.ser., 37, 77, 1978.
- 9. J.Gote, L.B.F.M. Waters, Astron. Astrophys., 176, 93, 1987.
- 10. J. Cote, Astron. Astrophys., 181, 77, 1987.
- 11. L.B.F.M. Waters, J. Cote, T.R. Geballe, Astron. Astrophys., 203, 348, 1988.
- 12. Infrared Astronomical Satellite (IRAS) Catalogs and Atlases, V. 2-6, 1988.
- 13. M.Jaschek, C.Jaschek, D.Egret, Astron. Astrophys., 158, 325, 1986.
- 14. Rene D.Oudmaijer, W.E.C.J. van der Veen et al., Astron. Astrophys. Suppl. Ser, 96, 625, 1992.
- 15. W.E.C.J.van der Veen, L.B.F.M.Waters, N.R.Trams, H.E.Mattews, Astron.Astrophys. 285, 551, 1994.
- 16. D.Van Buren, R.McGray, Astrophys. J. Lett., 329, L 93,1988.
- 17. Г.М.Товмасян, Р.Х. Оганесян, Р.А.Епремян, Д.Югенен, Астрофизика, 33, 329, 1990; 34, 301, 1991.
- 18. Г.М.Товмасян, Р.Х.Оганесян, Р.А.Епремян, Д.Югепен, А.С.Викторенко, А.А.Серебров Астрон. ж., 68, 942, 1991.
- 19. H.M. Tovmassian, R.Kh. Hovhannessian, R.A. Epremian et al., Astrophys. Space Sci., 188, 217, 1992.
- 20. Г.М.Товмасян, Р.Х.Оганесян, Р.А.Епремян, Д.Югенен, Астрон. ж., 451, 1993.
- 21. H.M. Tovmassian, R.Kh. Hovhannessian, R.A. Epremian, D. Huguenin, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 100, 501, 1993.
- 22. Г.М. Товмасян, Ю.М.Ходжаянц, М.Н.Крмоян и др. Письма в Астрон. ж., 14, 1988.
- 23. Р.Х.Оганесян, Р.А.Епремян, А.А.Карапетян, Астрофизика, 38, 341, 1995.
- 24. B.Stromgren, Astrophys. J., 89, 526, 1939.
- 25. В.В.Соболев, Курс теоретической астрофизики, М., Наука, физматтиз., 1985, с. 334, 420.
- 26. С.Потташ, Планетарные туманности, перев. с англ., М., "Мир", 1987, с. 228.
- Р.А.Сюняев, Ю.Н.Дрожжин-Лабинский, Я.Б.Зельдович, В.Г.Курт, P.З.Сагдеев, Физика космоса (маленькая энциклопедия), Советская энциклопедия, М., с.285.
- 28. R.H.Holderbrand, Quart. J. Roy. Astron. Soc., 24, 267, 1983.
- 29. A.J.R. Prentice, D.ter Haar, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 146, 423, 1969.

Р.Х.ОГАНЕСЯН, Р.А.ЕПРЕМЯН

- 30. В.П.Рыльков, Астрофизика, 11, 473, 1975.
- 31. E.Antonopoulou, S.R. Pottasch, Astron. Astrophys., 173, 108, 1987.
- 32. M.A.Braz, P.Sivagnanam, Astron. Astrophys., 181, 19, 1987.
- 33. K.V.K. Iyenger, Astron. Astrophys., 158, 89 1986.
- 34. S.R.Pottasch, B.Baud, D.Beintema et al., Astron. Astrophys., 138, 10, 1984.
- 35. D.A.Allen, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 161, 145, 1973.
- 36. P.Marshalkova, Astrophys. Space Sci., 27, 3, 1974.
- 37. A.Becvar, Atlas Coeli II, Katalog, 1950.0, Praha, 1959.
- 38. J.N.Heckathorn, F.C.Brohweiler, Th.R.Gull, Astrophys. J. 252, 230, 1982.
- 39. J.G.L.M.Lamers, M.deGroot, A.Cassatella, Astron. Astrophys. Lett., 123, L8, 1983.
- 40. J.W.B.Baars, H.J.Wendker, Astron. Astrophys., 181, 210, 1987.
- 41. W.Voges, B.Aschanbach, Th.Bollr et al. The ROSAT All-Sky Survey Bright Source Catalogue (1RXS), Astron.Astrophys. in press, 1996.

The second secon

42. К.В.Бычков, А.М.Черепащук, Астрон. ж., 70, 512, 1993.