

УДК: 524.337

MWC 342 — МОЛОДАЯ ЗВЕЗДА

Ю. К. БЕРГНЕР, А. С. МИРОШНИЧЕНКО, И. С. СУДНИК, Р. В. ЮДИН,
Н. Ю. ЮТАНОВ, А. А. КРИВЦОВ, А. Н. СОКОЛОВ, К. С. КУРАТОВ,
Д. Б. МУКАНОВ

Поступила 4 апреля 1989

Принята к печати 25 января 1990

Представлены результаты $UBVRIJK$ -фотометрических и VRH_α -поляризметрических наблюдений звезды MWC 342 в 1986—1989 гг. Обнаружена фотометрическая и поляризметрическая переменность объекта, имеющая периодическую составляющую. В рамках модели горячей звезды, окруженной газо-пылевой оболочкой, получены оценки параметров звезды и оболочки, а также межзвездного поглощения. С использованием количественных критериев сделан вывод о принадлежности MWC 342 к звездам Ae/Be Хербига.

1. *Введение.* Одним из объектов, который к настоящему времени не был определенно отнесен к какой-либо группе звезд, является MWC 342. Выделенный в [1] как ранняя звезда с эмиссионными линиями в спектре, после обнаружения ИК-избытка [2] он был объявлен пекулярной Ве-звездой. Это говорит лишь о существовании у нее особенностей по сравнению с Ве-звездами, но не о физических характеристиках. Фотометрические и поляризметрические наблюдения MWC 342 единичны (см. табл. 1). По ним нельзя сделать вывод о характере переменности звезды.

О природе MWC 342 высказывались две гипотезы [4, 5]. В обеих работах изучался оптический спектр объекта, в котором преобладают эмиссионные балмеровские линии водорода и линии Fe II.

В [4] был сделан вывод, что наблюдаемые интенсивности линий и распределение энергии в континууме согласуются с моделью звезды V3 III, окруженной тонкой оболочкой газа ($n_e \sim 5 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$) и пыли. По методу Занстра получена оценка эффективной температуры звезды: $T_{\text{eff}} > 2 \cdot 10^4 \text{ К}$. Межзвездное поглощение $A_0 = 1^m.8$ оценено в предположении, что MWC 342 находится на таком же расстоянии, что и близлежащие рассеянные скопления NGC 6910 и NGC 6913. Отмечено так-

же, что наблюдавшиеся ранее [6] абсорбционные компоненты эмиссионных линий отсутствуют.

Таблица 1

ФОТОМЕТРИЯ MWC 342 ДО 1986 г.

Дата	U	B	V	R	I	H	K	L	Литература
1956 год	11 ^m .62	11 ^m .81	10 ^m .56						[23]
20.09.62			10.47						*
29.09.65		10.69	9.65						*
17.07.69		11.76							*
24.07.69		11.82							*
25.07.69			10.35						[25]
16.10.69	11.72	11.81	10.60	9.16	8.17				[22]
2.08.70		11.93							[25]
8.08.70		11.75							[25]
1972 год						5.96	4.90	2.59	[2]
5 мкм	10.2 мкм	12 мкм	20 мкм	22 мкм	25 мкм	60 мкм	100 мкм		
2 ^m .30	0 ^m .11		—1 ^m .68	—1 ^m .84					[13]
		46.2 J			48.5 J	8.5 J	67. J		[26]
									[27]

* — фотографические величины, полученные нами при обработке пластинок ГАИШ 1965 г., пластинок ГАО АН СССР 1969 г. и Абастум. АО АН Груз.ССР 1962 г. Примечание. В каталоге [25] приведено усредненное значение за 2.08 и 8.08.1970 г. J -величина дана в Янских.

В. П. Архипова и А. П. Ипатов [5] предположили, что MWC 342 — двойная система и представили ее спектр как сумму спектров звезды В8 [3], водородной оболочки с $n_e > 10^8 \text{ см}^{-3}$ и звезды М0 III. При этом горячий компонент должен иметь $V = 12^m.1$, а холодный — $V = 11^m$. При отсутствии полос поглощения TiO, наблюдающихся у М-звезд, не обнаружено. Модель не объясняет наблюдаемые потоки излучения в области длин волн больше 1 мкм (рис. 1). В работе для MWC 342 предложено 3 значения A_v : 1^m.4, 3^m, 4^m.2 (согласно [7]), из которых выбрано первое, лучше согласующееся с представляемой моделью. Авторы [5] считают, что данная интерпретация, возможно, не является окончательной и требует дальнейшей проверки наблюдениями.

2. Наблюдения. С июля 1986 г. по ноябрь 1989 г. было выполнено 56 *UBVRIIHK* квазисинхронных фотометрических и 28 поляриметрических наблюдений (в основном в полосе *R*) MWC 342 (см. табл. 2 и 3). Наблюдения проводились на 1-м телескопе высокогорной станции Ассы АФИ

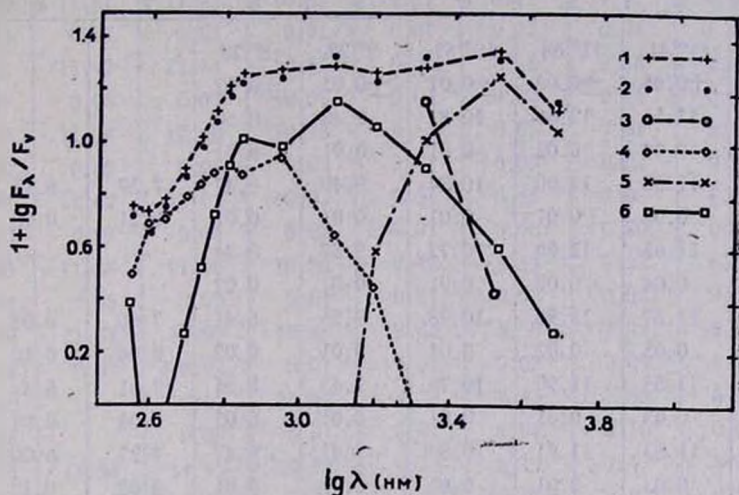


Рис. 1. Распределение энергии в спектре MWC 342. 1 — наблюдаемое; 2 — наша модель; 3 — модель из [5]; 4, 5, 6 — вклад звезды, пылевой и газовой составляющих соответственно.

АН Каз.ССР с двухканальным фотометром-поляриметром ФПЗУ [8]. Методика наблюдений описана в [8]. В качестве звезды сравнения наблюдалась BS 7800, *UBVRIIHK*-фотометрия которой была проведена нами (табл. 2). Привязка к близлежащим стандартам проводилась 5 раз. В табл. 2 приведены статистические ошибки фотометрии стандарта. Постоянство его блеска в каждую ночь не контролировалось.

Фотометрия (полосы *UIHK*) и поляриметрия имеют значительно различающуюся точность в разные даты. Это следствие невысокого отношения сигнал/шум при этих наблюдениях. Они, как правило, проводились дважды в каждой полосе, и результатом являлось средневзвешенное отдельных наблюдений.

3. Межзвездное поглощение и поляризация. Рассмотрим подробно вопрос о межзвездном поглощении в окрестности MWC 342, так как приведенное в [4] значение не достаточно обосновано, а в [5] указывается не-

ФОТОМЕТРИЯ МВС 342 ПО ДАННЫМ НАСТОЯЩЕЙ СТАТЬИ

Дата JD 244...	<i>U</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>H</i>	<i>K</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
29.08.86	11 ^m 41	11 ^m 84	10 ^m 62	9 ^m 22	8 ^m 28	—	—	—
6671.28	±0.05	±0.02	±0.01	±0.01	±0.02	—	—	—
22.10.86	11.51	12.06	10.82	9.40	8.50	—	—	—
6726.14	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	—	—	—
8.11.86	11.58	12.00	10.84	9.40	8.47	7.29	6.14	4.99
6743.06	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.31	0.10	0.09
9.11.86	11.66	12.00	10.73	9.37	8.34	—	—	—
6744.12	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	—	—	—
10.11.86	11.57	11.98	10.78	9.35	8.41	7.60	6.08	5.07
6745.15	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.10	0.09
1.12.86	11.55	11.90	10.76	9.43	8.51	7.61	6.33	5.00
6766.09	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09	0.04	0.07
2.12.86	11.53	11.91	10.80	9.41	8.47	7.27	6.00	5.00
6767.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.12	0.07
8.07.87	11.80	11.77	10.77	9.43	8.57	7.38	6.35	5.23
6984.37	0.19	0.08	0.03	0.01	0.06	0.24	0.14	0.01
15.07.87	11.75	11.95	10.79	9.35	8.36	7.43	6.46	5.05
6991.33	0.05	0.03	0.01	0.01	0.02	0.14	0.03	0.01
9.08.87	11.65	11.96	10.86	9.49	8.38	7.34	6.23	5.24
7017.24	0.02	0.04	0.01	0.02	0.04	0.01	0.10	0.01
10.08.87	11.79	12.04	10.92	9.46	8.59	7.77	6.60	5.12
7018.25	0.01	0.05	0.02	0.01	0.04	0.11	0.21	0.01
11.08.87	11.58	12.09	10.92	9.50	8.51	7.31	6.48	5.14
7019.24	0.19	0.05	0.02	0.01	0.03	0.07	0.01	0.01
5.09.87	11.52	11.76	10.62	9.30	8.41	7.33	6.55	5.13
7043.32	0.13	0.04	0.01	0.01	0.03	0.16	0.01	0.01
6.09.87	11.55	11.85	10.72	9.25	8.52	7.57	6.62	5.13
7044.27	0.01	0.05	0.02	0.01	0.03	0.18	0.15	0.07
10.09.87	11.42	11.84	10.57	9.22	8.33	—	6.63	5.08
7048.40	0.03	0.05	0.02	0.01	0.03	—	0.04	0.15
11.09.87	11.44	11.91	10.69	9.24	8.34	7.30	6.48	5.18
7049.27	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03	0.01	0.06	0.01
12.09.87	11.40	11.90	10.74	9.29	8.33	7.52	6.40	5.32
7050.28	0.08	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.16	0.06
13.09.87	11.30	11.77	10.64	9.24	8.39	7.38	6.38	5.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7051.25	0 ^m 06	0 ^m 02	0 ^m 01	0 ^m 01	0 ^m 02	0.03	0.02	0.05
14.09.87	11.31	11.73	10.52	9.17	8.27	7.57	6.48	5.17
7053.15	0.07	0.03	0.01	0.01	0.02	0.14	0.13	0.10
15.09.87	11.47	11.54	10.53	9.21	8.34	7.38	6.26	5.06
7053.35	0.08	0.03	0.01	0.01	0.02	0.15	0.01	0.01
10.11.87	11.74	12.10	10.93	9.57	8.65	7.61	6.07	5.00
7110.07	0.09	0.03	0.03	0.01	0.03	0.07	0.03	0.05
3.12.87	11.62	12.03	10.91	9.51	8.55	7.63	6.60	5.23
7133.10	0.09	0.04	0.02	0.01	0.06	0.20	0.17	0.03
6.01.88	11.38	11.96	10.86	9.42	8.53	7.52	6.38	5.15
7167.04	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.05	0.01
7.01.88	11.58	12.08	10.85	9.45	8.55	7.32	6.12	5.04
7168.04	0.07	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02
29.05.88	—	11.97	10.76	9.39	8.46	7.56	6.22	5.11
7310.46		0.03	0.01	0.01	0.01	0.10	0.01	0.06
25.07.88	11.55	11.92	10.74	9.28	8.14	7.43	6.39	5.21
7367.26	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.06
28.07.88	11.53	12.07	10.92	9.52	8.62	7.83	6.42	5.17
7370.35	0.10	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04
30.08.87	11.72	12.04	10.86	9.45	8.55	7.57	7.09	4.95
7403.34	0.10	0.04	0.01	0.01	0.02	0.09	0.03	0.01
1.09.88	11.56	12.03	10.81	9.37	8.42	7.45	6.31	5.12
7405.29	0.02	0.06	0.01	0.01	0.02	0.10	0.07	0.05
1.09.88	11.67	11.94	10.79	9.37	8.43	7.52	6.27	5.13
7406.24	0.06	0.03	0.01	0.01	0.02	0.07	0.06	0.03
19.10.88	11.23	11.86	10.71	9.32	8.41	7.37	6.21	4.97
7454.16	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01
20.10.88	11.30	11.80	10.63	9.22	8.28	7.57	6.23	5.03
7455.16	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01
24.10.88	11.34	11.79	10.69	9.32	8.41	7.41	6.22	5.14
7459.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.14	0.02	0.02
4.07.89	11.48	11.78	10.62	9.23	8.43	7.18	6.17	4.87
7711.38	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02
5.07.89	11.47	11.75	10.63	9.30	8.38	7.26	6.00	4.90
7712.35	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.05	0.04
6.07.89	11.29	11.86	10.73	9.33	8.43	7.35	6.04	4.83
7713.37	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.08	0.03	0.02
7.07.89	11.43	11.86	10.78	9.32	8.34	7.34	6.12	4.81

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7714.36	0 ^m 05	0 ^m 01	0 ^m 01	0 ^m 01	0 ^m 01	0.09	0.05	0.02
9.09.89	11.50	11.92	10.72	9.41	8.54	7.64	6.18	5.03
7778.26	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.11	0.04
10.09.89	11.45	11.92	10.76	9.43	8.60	7.53	6.31	5.05
7779.26	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
10.09.89	11.51	12.01	10.82	9.44	8.53	7.36	6.39	5.01
7780.23	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.01	0.01
12.09.89	11.46	12.03	10.86	9.37	8.40	7.35	6.19	4.87
7781.25	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01
12.09.89	11.60	12.00	10.85	9.42	8.50	7.13	6.12	4.91
7782.22	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.02	0.01
13.09.89	11.57	12.04	10.87	9.46	8.52	7.30	6.14	4.93
7782.37	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
14.09.89	11.63	12.01	10.80	9.44	8.61	7.43	6.09	4.80
7783.26	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02
15.09.89	11.63	11.95	10.82	9.42	8.55	7.32	6.10	4.94
7785.22	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02
16.09.89	11.61	12.12	10.90	9.52	8.60	7.46	6.12	4.97
7786.24	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01
18.09.89	11.57	11.92	10.74	9.37	8.46	7.38	6.21	4.99
7787.34	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.10	0.09	0.01
19.09.89	11.65	12.01	10.67	9.37	8.42	7.34	6.13	4.94
7788.38	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02	0.05
19.09.89	11.57	11.98	10.81	9.41	8.44	7.70	5.84	5.00
7789.19	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
21.09.89	11.48	11.90	10.73	9.36	8.47	7.25	6.17	4.89
7791.19	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02
15.10.89	11.54	11.93	10.71	9.34	8.35	7.17	6.10	4.89
7815.22	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.04	0.04
13.11.89	11.39	11.68	10.52	9.22	8.32	7.38	6.20	4.98
7844.07	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.06	0.01
14.11.89	11.37	11.64	10.47	9.19	8.29	7.52	6.27	5.01
7845.17	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.01
15.11.89	11.44	11.84	10.70	9.34	8.37	7.30	6.31	5.00
7846.09	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.06	0.01
19.11.89	11.51	11.93	10.76	9.30	8.31	7.31	6.20	4.85
7850.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.02	0.02

Таблица 2 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20.11.89	11 ^m 63	11 ^m 99	10 ^m 77	9 ^m 32	8 ^m 36	7.39	6.29	5.26
7851.12	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.06	0.04
BS 7800	9.40	7.57	6.07	4.70	3.83	3.12	2.28	2.05
	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01

сколько значений. Согласно [7, 10] вблизи объекта наблюдается очень сложная зависимость A_V от расстояния (D). Заметим, что в обеих работах рассмотрены площадки в несколько квадратных градусов. Построим эту зависимость в более близкой к объекту области площадью < 1 кв. градуса (рис. 2). Необходимые данные брались из каталогов МК-классификации и [25]. Этого недостаточно для оценки A_V до объекта, поскольку его ИК-избыток нельзя объяснить лишь межзвездным поглощением. Учет A_V , принятых в [4, 5], показывает, что исправленный $(B-V) \sim 0.^m7$ значительно больше нормальных показателей цвета В-звезд. Можно оценить лишь суммарное (межзвездное и околозвездное) поглощение A_V из отношения интенсивностей линий H_α и H_β , используя значение теоретического бальмеровского декремента [11] для случая непрозрачной в лаймановских линиях газовой оболочки [5]. Согласно наблюдениям А. П. Ипатова, $I(H_\alpha)/I(H_\beta) > 13$, что при теоретическом значении, равном 2.77, дает нижнюю границу $A_V^* = 4.^m2.$

Таблица 3

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ МВС 342. ФИЛЬТР H_α ИМЕЕТ ПОЛУШИРИНУ 32 НМ

Дата	$P, \%$	V 0°	$P, \%$	R 0°	$P, \%$	I 0°	$P, \%$	H_α 0°
1	2		3		4		5	
29.08.86	0.9	68	0.55	82	1.6	8		
	± 1.1	± 37	± 0.21	± 11	± 0.4	± 8		
8.11.86	1.5	125	0.24	127	0.5	126	3.6	160
	0.7	15	0.25	28	0.5	32	1.0	8
9.11.86			0.48	176	1.3	116	5.7	149
			0.35	22	0.7	15	1.8	9
1.12.86	0.8	15	0.8	14	0.8	6		
	0.4	17	0.2	6	0.1	10		
2.12.86	2.0	173			2.0	100		
	0.8	16			0.6	30		

1	2		3		4		5	
8.07.87			2.1 0.5	179 2				
9.08.87	4.2 0.2	169 1	2.55 0.06	172 2	1.9 0.8	164 6		
11.08.87			2.7 0.3	130 8	2.3 5	163 3		
5.09.87	4.5 1.1	177 7	3.4 0.4	177 1				
6.09.87			3.8 0.3	162 1				
11.09.87			2.0 0.2	22 6				
12.09.87			2.2 0.1	28 3				
13.09.87	4.2 0.2	1 3	2.45 0.05	176 3				
14.09.87	3.2 0.4	174 1	1.80 0.21	4 3				
10.11.87	0.96 0.07	2 12	2.13 0.04	22 13	2.5 4	174 6	3.8 1.1	179 6
6.01.88	1.0 4	170 13	2.51 26	16 3			5.9 5	146 2
28.07.88			2.0 4	29 2				
1.09.88			1.8 2	50 5				
21.10.88			1.35 05	23 14				
25.10.88			0.8 0.2	38 16				
9.09.89			2.9 1	4 2				
10.09.89			2.5 3	10 4				
12.09.89			3.3 1	5 2				
13.09.89			3.5 1	7 1				
19.09.89			2.6 3	6 2				
21.09.89			3.1 4	13 2				
15.11.89			3.3 2	9 2				
19.11.89			2.5 2	9 3				

Межзвездная поляризация была оценена по данным каталога [12]. На угловом расстоянии менее $0.5''$ от MWC 342 найдено 5 звезд, усреднение параметров поляризации которых дало следующие результаты: $p_R(1S) = (4.3 \pm 0.3)\%$, $\theta(1S) = 112^\circ \pm 5^\circ$.

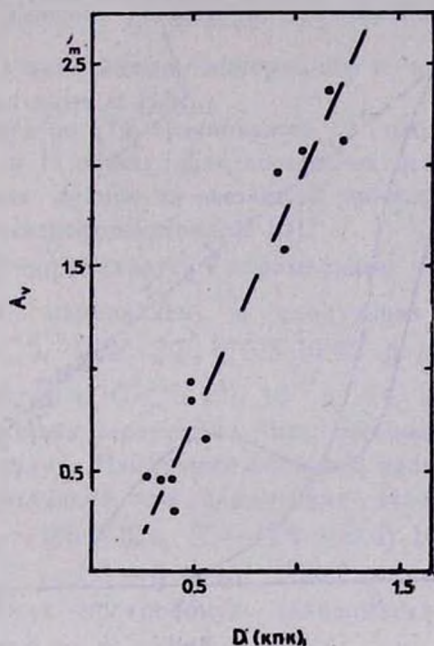


Рис. 2. Зависимость межзвездного поглощения от расстояния в ближайшей окрестности MWC 342.

4. Интерпретация распределения энергии в спектре (РЭС) MWC 342.

Будем считать, что околзвездное поглощение обусловлено в основном пылевой составляющей околзвездной оболочки объекта, так как, согласно [2], наблюдающийся ИК-избыток нельзя объяснить свободно-свободным излучением газа. Кроме того, из положения MWC 342 на диаграмме $(U-B) \sim (B-V)$ следует, что избыток излучения, вносимый газом, невелик (рис. 3). Тогда, полагая, что MWC 342 окружена прозрачной в континууме газовой, а также пылевой оболочкой конечной оптической толщины и учитывая межзвездное поглощение, попробуем аппроксимировать усредненное РЭС в континууме от 0.36 до 5 мкм. РЭС построено по данным [2, 5, 13], а также результатам наших наблюдений (рис. 1). При этом был учтен вклад линии H_α в излучение объекта в полосе R (10%), остальные линии имеют существенно меньшие интенсивности [5] и их влияние на излучение в континууме не учитывалось.



Примем, что: а) фактор эффективности поглощения околозвездной пыли $Q_\lambda \sim \lambda^{-1}$; б) закон межзвездного поглощения из [14, 15]; в) волновая зависимость коэффициента излучения газа k_λ — из [11]. Тогда:

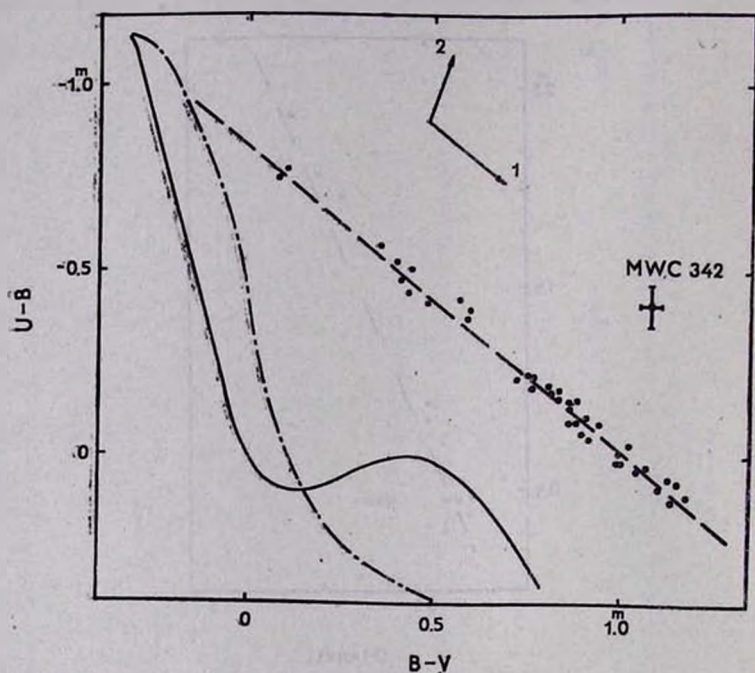


Рис. 3. Диаграмма $(U-B) \sim (B-V)$. Линии нормальных показателей цвета звезд классов светимости: — — — — I—II, — — — — III—V [24], — — — — линия покраснения, построенная по наблюдаемым показателям цвета звезд вблизи MWC 342. Векторами показано влияние на показатели цвета: 1 — излучения газа (свободного и рекомбинационного), 2 — межзвездной пыли.

$$F_\lambda^{obs} = \frac{2 h c^2 R_*^2}{D^2} \left[B_\lambda(T_*) \exp(-\tau_\lambda) + C(1 - \exp(-\tau_\lambda)) B_\lambda(T_d) + \right. \quad (1)$$

$$\left. + E \exp\left(-\frac{c h}{\lambda k T_*}\right) \exp(-\tau_\lambda) \left(1 + 2 \frac{\chi_1}{k T_*} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\exp\left(\frac{\chi_i}{k T_*}\right)}{i^2}\right) \right] (k^2 T_*^{1/2}),$$

$$C = 4 y (R_d^2/R_*^2), \quad (2)$$

$$E = 3.9 \cdot 10^{-37} \frac{\int n_e n^+ dV}{R_*^2}, \quad (3)$$

где F_{λ}^{obs} — наблюдаемая спектральная плотность потока излучения от системы звезда-оболочка; T_* , T_g , T_d — температуры звезды, газа и пыли соответственно; R_* , R_d — радиусы звезды и пылевой оболочки; D — расстояние до звезды; τ — оптическая толщина пылевой оболочки; $\int n_e n^+ dV$ — мера эмиссии звезды; y — отношение объема диска и сферического слоя с одинаковыми внутренним и внешним радиусами (величина, введенная нами в [16]).

РЭС, рассчитанное по (1), сравнивалось с наблюдаемым, нормированным к полосе V , в 15 точках. Для построения последнего использовались фотометрические данные из настоящей работы, а также из [2, 13] для полос L и M , и спектрофотометрия из [5].

Расчетное РЭС определяется 7 параметрами: A_V , τ_V , T_* , T_g , T_d , C , E . Параметры изменялись в следующих пределах: $1^m < A_V < 4^m$, $0 < \tau_V < 3$, $10^4 \text{K} < T_* < 3.5 \cdot 10^4 \text{K}$, $5 \cdot 10^3 \text{K} < T_g < 2 \cdot 10^4 \text{K}$, $500 \text{K} < T_d < 1500 \text{K}$, $10^3 < C < 5 \cdot 10^5$, $10^{-2} < E < 10$. Большой диапазон изменения некоторых параметров был выбран, так как а priori оценить их было трудно. Наилучшее согласие расчетного и наблюдаемого РЭС было получено при следующих значениях параметров: $A_V = 2^m 1 \pm 0^m 3$, $\tau_V = 2.0 \pm 0.2$, $T_* = (2.8 \pm 0.4) \cdot 10^4 \text{K}$, $T_g = (9 \pm 2) \cdot 10^3 \text{K}$, $T_d = 800 \text{K}$, $C = (2.3 \pm 0.3) \cdot 10^5$, $E = 3 \pm 1$.

Теперь, используя построенную зависимость $A_V \sim D$, оценим расстояние до MWC 342: $D = 1.1$ кпк. Из средних F_{λ}^{obs} и соответствующих расчетных величин в скобках правой части (1) получим оценку $R_* = 3.7 \cdot 10^{11}$ см. Найденные значения T_* и R_* соответствуют спектральным классам B0 — B0.5 ZAMS, как и определенная из (3) мера эмиссии $\sim 10^{60} \text{cm}^{-3}$ [17].

Расчет относительных вкладов в излучение объекта газовой и пылевой составляющих оболочки, показывает, что при $\lambda < 2$ мкм РЭС определяется излучением звезды и газа, а при $\lambda > 2$ мкм — излучением пыли. Вклад газа в излучение объекта в полосе V (ΔV_g) около 30% (см. рис. 1). Оценим M_V звезды с учетом этого вклада:

$$M_V = V - A_V^* + \Delta V_g + 5 - 5 \lg D, \quad (4)$$

$$A_V^* = A_V + 1.086 \tau_V. \quad (5)$$

M_V получается равным $-3^m 3$, что соответствует B0 ZAMS [17] и подтверждает результаты, приведенные выше.

5. Исследование переменности объекта. В результате выполненных наблюдений обнаружена переменность блеска звезды, не превышающая

$0^m.65$ в каждой из фотометрических полос (рис. 4). На кривых блеска в оптическом диапазоне заметны плавные изменения, исследование которых на периодичность методом Диминга [9] показало, что они имеют период 132^d . Их амплитуда уменьшается в красную область спектра. Кроме того, существует тенденция к антикорреляции изменений блеска в полосах U и K (рис. 5а). На основании этого можно предположить, что эта периодич-

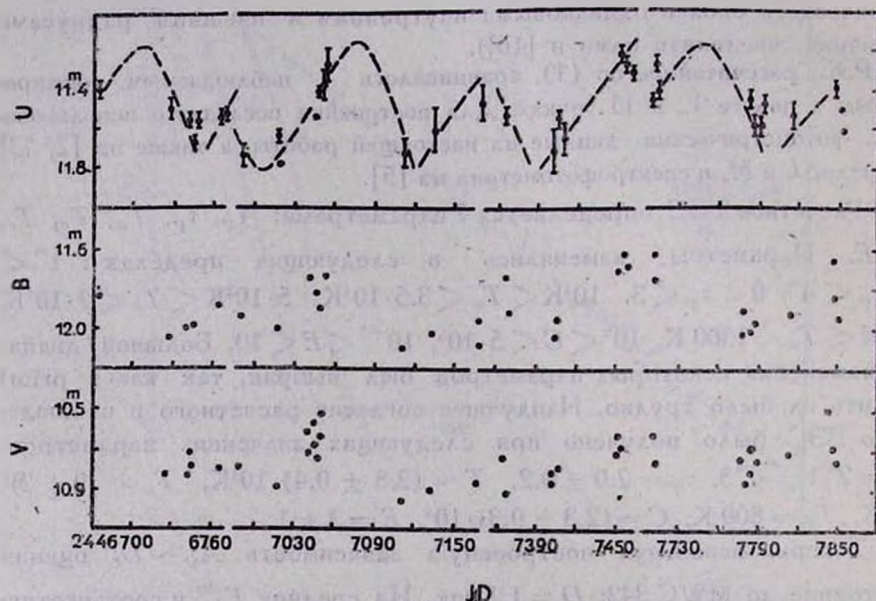


Рис. 4. Кривые блеска MWC 342 в оптическом диапазоне.

ность связана с процессами в пылевой оболочке MWC 342. Вероятно, происходит периодическое изменение оптической толщины пыли на луче зрения. Нечеткая $U-K$ антикорреляция говорит о существовании нерегулярных изменений блеска, накладывающихся на регулярный процесс; к тому же изменения блеска в полосе K должны быть в несколько раз меньше, чем в U , из-за уменьшения оптической толщины с ростом длины волны. У звезд с алголеподобными ослаблениями блеска типа UX Ori, где минимумы ($\Delta V \sim 2^m - 3^m$) обусловлены затмениями звезды пылевыми образованиями [28], в доказательство этого приводят диаграммы «цвет—величина»: $(U-B) \sim V$, $(B-V) \sim V$ и др. В нашем случае вследствие малости изменений блеска целесообразнее рассмотреть диаграмму с более удаленными по длинам волн полосами, например, $(U-R) \sim U$ (рис. 5b). На ней хорошо заметно покраснение звезды с падением блеска.

Поляризация излучения MWC 342 также переменна (табл. 3). Переменность, как видно из рис. 6b, связана с изменениями блеска с периодом

132^d, причем период изменения поляризации в 2 раза меньше. Поляризация возникает, видимо, в основном в пылевой оболочке, как и у других подобных объектов (см. раздел 6). К этому же выводу пришли и авторы [29], исследуя зависимость степени поляризации MWC 342 от длины волны. Необычно то, что минимумы поляризации приходятся как на максимумы, так и на минимумы блеска. Очевидно, наряду с изменениями оптической толщины существенный вклад в переменность поляризации вносит

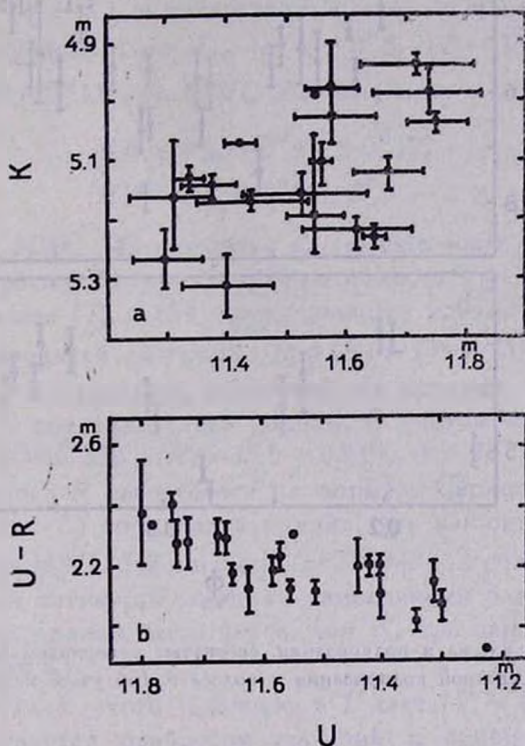


Рис. 5. а—изменения блеска MWC 342 в полосах U и K . (На рисунке не нанесены наблюдения 1989 г., так как в это время произошло увеличение блеска объекта в ИК-диапазоне. При этом характер зависимости $U \sim K$ сохранился), б—диаграмма «цвет—величина» ($U-R \sim U$).

изменение проекции геометрических характеристик оболочки на луч зрения. Отметим, что вид зависимости, изображенной на рис. 6b, одинаков как для наблюдаемой поляризации, так и собственной (после учета межзвездной — раздел 3).

Недостаток наблюдений не позволяет сделать более определенные выводы: нет наблюдений на фазах 0.05—0.2 132^d-периода; мало их в макси-

муме цикла, что создает некоторый произвол в определении его моментов, а, следовательно, и фаз периода.

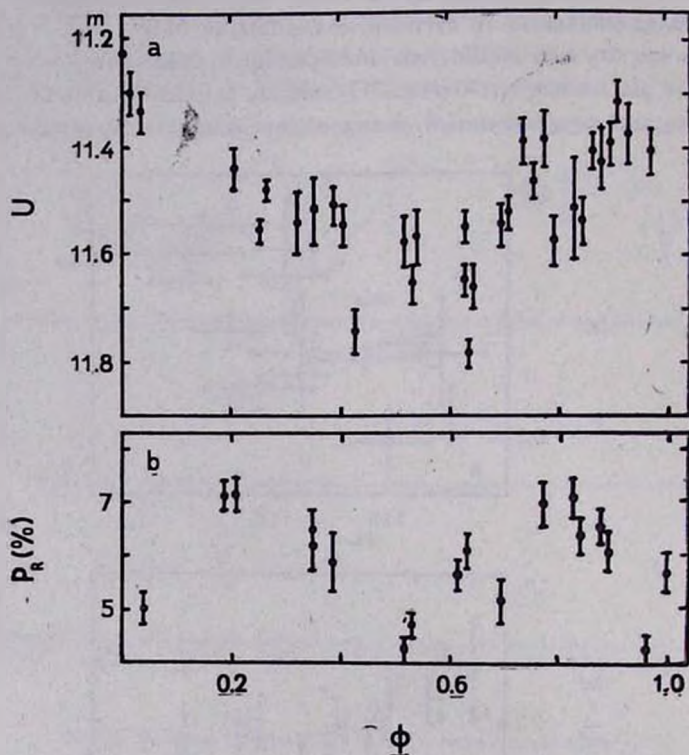


Рис. 6. Кривые блеска и поляризации, свернутые с периодом 132^d ; а — для полосы U ; б — для собственной поляризации в полосе R (об учете межзвездной поляризации — в разделе 6).

6. *Эволюционный статус MWC 342.* Основными особенностями излучения MWC 342 являются: УФ- и ИК-избытки, наличие в спектре эмиссионных линий (в частности, очень сильной H_α [5]), ранний спектральный класс. Такими признаками обладают звезды Ae/Be Хербига. К этой группе звезд MWC 342 не была отнесена, вероятно, из-за отсутствия вблизи нее наблюдаемой туманности. Но наличие свидетельств существования околосредной оболочки уже может ставить вопрос о молодости объекта. Одним из признаков звезд Ae/Be Хербига является их расположение в областях звездообразования. Вблизи MWC 342 находится группа молодых звезд: BD + 40°4124, $L_\star H_\alpha$ 224 и 225, что говорит о недавнем звездообразовании в этом районе.

В последнее время был разработан ряд количественных критериев выделения молодых звезд [18, 19]. Для их применения требуются оценки A_V и спектрального класса объекта, что было получено в разделе 4. В [18] дан фотометрический критерий отбора звезд Ae/Be Хербига:

$$\begin{cases} (B - V)_0 < 0^m.4, \\ 1^m < (V - K)_0 < 4^m, \end{cases} \quad (6)$$

где $(B - V)_0$ и $(V - K)_0$ — показатели цвета, исправленные за межзвездное поглощение. При $A_V = 2^m.1 \pm 0^m.3$, $(B - V) = 1^m.16 \pm 0^m.05$, $(V - K) = 5^m.64 \pm 0^m.11$ для MWC 342 получаем:

$$\begin{cases} (B - V)_0 = 0^m.47 \pm 0^m.12, \\ (V - K)_0 = 3^m.5 \pm 0^m.3. \end{cases} \quad (7)$$

Таким образом, MWC 342 находится на границе зоны, занимаемой звездами Ae/Be Хербига. Поскольку неопределенность в величине A_V значительная, то согласно (7) и (8) можно признать удовлетворительным.

В [19] приводится диаграмма $\lg p(R) \sim (V - L)_{sh}$: избытка цвета, вносимого околосветной оболочкой, на которой молодые звезды располагаются в пределах узкой полосы. С учетом межзвездной поляризации для MWC 342 $p(R) = (5.5 \pm 0.8)\%$, $\theta = 20^\circ \pm 8^\circ$ (переход от полосы B к полосе R выполнялся по формуле Серковского). Корректное значение $(V - L)$ определить трудно, так как опубликовано лишь одно наблюдение MWC 342 в полосе $L = 2^m.99$ [2]. В полосе L также должна проявляться антикорреляция с изменениями блеска в полосе U . Кроме того, она должна быть четче, чем K , так как вклад пыли в L больше ($T_d = 800$ K).

Использование этого значения в L дает $(V - L) = 7^m.77 \pm 0^m.11$ (ошибка определяется разбросом значений в полосе V). Для спектрального класса B0 $(V - L) = -0^m.98$ [13], $(A_V - A_1) = 2^m.1 \pm 0^m.3$. Тогда $(V - L)_{sh} = (V - L) - (V - L)_0 - (A_V - A_1) = 6^m.6 \pm 0^m.3$. В результате MWC 342 оказывается вблизи полосы молодых звезд.

Отметим, что направления собственной и межзвездной поляризации почти перпендикулярны, а степени сравнимы. Поэтому даже небольшая переменность собственной поляризации приводит к значительным изменениям наблюдаемых значений степени и угла, а также неточность в определении межзвездной поляризации влияет на величину собственной. Приведенные значения $p(IS)$ дали звезды с максимальной поляризацией в окрестности звезды. Уменьшение $p(IS)$ приводит к уменьшению значений собственной поляризации и приближению MWC 342 к полосе молодых звезд.

7. *Заключение.* В предыдущем разделе было показано, что по своим фотометрическим, поляриметрическим и спектральным характеристикам MWC 342 принадлежит к группе звезд Ae/Be Хербига. Отметим ряд других особенностей объекта.

Изучение переменности блеска показало, что плавные регулярные изменения в оптическом диапазоне, вероятно, можно объяснить процессами, связанными с пылевой оболочкой объекта. Кроме этого, существует нерегулярная составляющая, наблюдаемая, в основном, в полосах I и H , которая может возникать из-за нестационарности процессов, происходящих в системе (например, аккреции вещества из околосредней оболочки, звездного ветра). О последнем говорит и переменность эмиссионных линий [4, 5]. Проведение спектральных наблюдений с высоким разрешением квазисинхронно с фотометрией и поляриметрией необходимо в дальнейшем для уточнения природы переменности объекта.

Собранные нами результаты фотографических наблюдений MWC 342 в разные годы (см. табл. 1) показывают, что диапазон переменности звезды несколько больше, чем в последние годы. Так, обработка пластинки, полученной с объективной призмой в 1965 г. на Крымской станции ГАИШ, показала, что блеск MWC 342 вблизи 550 нм был почти на 1^m ярче, чем обычно. Этот результат получен по нескольким стандартам и сомнений не вызывает. Другое значение $V = 10^m 35$, полученное в июле 1969 г., приведено в [25]. Через 3 месяца после этого наблюдалось $V = 10^m 60$ [22]. Поскольку других наблюдений в этот период, видимо, не было, то нельзя ничего сказать о временном масштабе этих вспышек. Нужны дальнейшие регулярные наблюдения MWC 342 для выявления подобных особенностей.

Перечислим основные результаты работы:

1. Обнаружена переменность блеска MWC 342 в диапазоне 0.36—2.5 мкм, а также поляризации излучения в оптической области.
2. Найдена периодическая составляющая изменения блеска в полосах $UBVRI$ с периодом 132^d .
3. По своим наблюдательным проявлениям MWC 342 попадает в группу звезд Ae/Be Хербига.
4. Предложена модель объекта, объясняющая его РЭС в диапазоне 0.36—5 мкм. Оценен ряд усредненных параметров звезды и околосредней оболочки.
5. Отмечены особенности MWC 342, не выделявшиеся ранее.

По нашему мнению, следует продолжать исследование MWC 342. Кроме квазисинхронных фотометрических, поляриметрических и спектральных необходимы и ИК-наблюдения в диапазоне 2—20 мкм, радионаблюдения.

Авторы благодарят В. П. Архипову и А. П. Ипатову за предоставление дополнительных неопубликованных материалов наблюдений MWC 342 и полезные обсуждения в процессе подготовки работы.

Главная астрономическая
обсерватория АН СССР
Астрофизический институт
АН КазССР

MWC 342 — A YOUNG STAR

Yu. K. BERGNER, A. S. MIROSHNICHENKO, I. S. SUDNIK, R. V. YUDIN, N. Yu. YU TANOV, A. A. KRIVTSOV, A. N. SOKOLOV, K. S. KURATOV, D. B. MUKANOV

The results of *UBVRIJHK*—photometric and *VRIH_α*—polarimetric observations of MWC 342 are presented. The photometric (with periodical part) and polarimetric variability are discovered. Supposing the model of hot star surrounded by the gas—dust shell some parameters of the star and the shell, and interstellar extinction are evaluated. The conclusion that MWC 342 is Herbig Ae/Be star is made using the quantitative criteria.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. W. Merrill, C. G. Burwell, *Astrophys. J.*, 78, 87, 1933.
2. D. A. Allen, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 161, 145, 1973.
3. P. Kleinmann, L. Kuhl, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 84, 766, 1972.
4. N. Brosch, E. Leibowitz, N. Spector, *Astron. and Astrophys.*, 65, 259, 1978.
5. В. П. Архипова, А. П. Ипатов, *Письма в Астроф. ж.*, 8, 554, 1982.
6. P. Swings, O. Struve, *Astrophys. J.*, 97, 194, 1943.
7. Th. Neckel, G. Klare, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 42, 251, 1980.
8. Ю. К. Бернер, С. А. Бондаренко, А. С. Мирошниченко и др., *Изв. ГАО АН СССР*, 205, 142, 1988.
9. T. J. Deeming, *Astrophys. and Space Sci.*, 36, 137, 1975.
10. Н. Б. Каландадзе, Л. Н. Колесник, *Астрометрия и астрофизика*, 32, 57, 1977.
11. В. В. Соболев, в кн. «Курс теоретической астрофизики», Наука, М., 1985.
12. J. S. Hall, *Publ. US Naval Observ.*, 17, 275, 1958.
13. F. J. Low, *AFCRL-70-0179*, 1970.
14. J. Koornneff, *Prepr. ESO*, No 226, 1983.
15. И. Суджус, *Бюл. Вилья астроф. обсерв.*, No 39, 18, 1974.
16. Ю. К. Бернер, А. С. Мирошниченко, Р. В. Юдин и др., *Письма в Астроф. ж.*, 14, 616, 1988.
17. N. Panagia, *Astron. J.*, 79, 929, 1973.
18. А. А. Кривоус, Н. Ю. Ютанов, *Изв. ГАО АН СССР*, 205, 74, 1988.
19. Р. В. Юдин, *Астроф. циркуляр*, N1491, 1, 1987.
20. J. Swings, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 43, 331, 1981.

21. *N. Panagia*, Space Telescope Inst. Prepr. № 203, 1987.
22. *T. A. Lee*, Publ. Astron. Soc. Pacif, 82, 765, 1970.
23. *W. A. Hiltner*, Astrophys. J. Suppl. Ser., 2, 389, 1956.
24. В. Страйжис, в кн. «Многоцветная фотометрия звезд», Мокслас, Вильнюс, 1977.
25. В. И. Ворошилов, Н. Г. Гусева, Н. Б. Каландадзе и др., Каталог BV-величин и спектральных классов 18000 звезд, Наукова думка, Киев, 1976.
26. *T. Simon*, Astron. J., 79, 1054, 1974.
27. *D. Y. Gazari, M. Schmitz, J. M. Mead*, NASA Ref. Publ., № 1196, 1986.
28. Н. Н. Воинников, В. П. Гринин, Н. Н. Киселев, Н. Х. Минникулов, Астрофизика, 28, 311, 1988.
29. *F.—J. Zickgraf, R. E. Shulte—Ladbeck*, Astron. and Astrophys., 214, 274, 1989.