

Р. А. ВАРДАНЯН

ИЗБЫТОЧНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА ЗВЕЗД И НЕЙТРАЛЬНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ

Введение. Различными авторами (см., например, [1]) в прошлом приводились аргументы в пользу существования межзвездного нейтрального поглощения света. Однако в дальнейшем были сделаны попытки доказать (см. обзорную работу [2]), что в межзвездной среде нейтральное поглощение незначительно или вовсе отсутствует. Однако вопрос о существовании нейтрального поглощения внутри звездных агрегатов (ассоциаций и скоплений) остается еще нерешенным. Отметим также, что в последнее время получены серьезные указания в пользу существования нейтрального околозвездного поглощения вокруг некоторых физических классов звезд [3]. Настоящая работа посвящена нейтральному поглощению света внутри O-ассоциаций и вокруг отдельных звезд, входящих в них.

В работе [4] мы пришли к выводу, что среди красных сверхгигантов (входящих в состав звездных ассоциаций), имеющих почти одинаковый средний цвет, B—V, слабые звезды по сравнению с яркими обладают избыточной поляризацией.

Более того, у слабых звезд изменение поляризации связано с изменением визуального блеска, причем изменение цвета B—V незаметно (см. [4], рис. 3.2). Эти данные дают основание предполагать, что у относительно слабых красных сверхгигантов избыточная поляризация, возможно, обусловлена нейтральным поглощением. Ниже мы постараемся более детально обсудить этот вопрос: оценить величину нейтрального поглощения как для красных сверхгигантов, так и для звезд ранних типов O—B, и выяснить характер (околозвездный или межзвездный) нейтрального поглощения в звездных ассоциациях, так как красные сверхгиганты и звезды типов O и B в основном входят в состав звездных ассоциаций (см. [5]).

Зависимость изменения цвета B—V от изменений визуального блеска V. Для определения отношения $\Delta(B-V)/\Delta V$, изменения цвета $\Delta(B-V)$ к изменению визуальной звездной величины (ΔV), мы выбрали группу красных сверхгигантов, обладающих собственной поляризацией, у которых наблюдаемая средняя степень поляризации больше одного процента ($P > 1.0\%$) и выполняется одно из следующих условий: $\Delta P > 1.0\%$; $\Delta \theta > 10^\circ$ и $\Delta(B-V) > 0.1$. Здесь ΔP , $\Delta \theta$ и $\Delta(B-V)$ — величины изменений параметров поляризации и цвета B—V после применения к имеющимся данным предварительной цифровой фильтрации по методу, предложенному в работе [6], и их усреднения по группам измерения для каждой звезды отдельно.

В табл. 1 приведены звезды, для которых выполняются поставленные условия: в ней представлены наименования звезд, максимальное изменение блеска ΔV , цветов $\Delta(B-V)$, $\Delta(U-B)$, параметров поляризации ΔP , $\Delta \theta$, отношение изменения степени поляризации и

цвета В—V к изменению блеска $\Delta P/\Delta V$, $\Delta(B-V)/\Delta V$. В последних двух столбцах представлены средние значения звездной величины V и цвета В—V. В табл. 1 звезды расположены в порядке возрастания цвета В—V звезд из [7]. Звездочками обозначены двойные звезды, встречающиеся среди красных сверхгигантов. Двумя звездочками обозначены звезды, которые, судя по некоторым косвенным признакам, возможно являются двойными.

Таблица 1

Название звезды, BD	ΔV	$\Delta(B-V)$	$\Delta(U-V)$	ΔP	$\Delta \theta$	$\frac{\Delta P}{\Delta V}$	$\frac{\Delta(B-V)}{\Delta V}$	V	B—V
KN Cas	0.21	0.20	0.41	0.20*	3°	0.95	0.95	9.53	1.75
AZ Cas	0.11	0.14	0.48	1.08	5	9.82	1.27	9.27	1.80
VV Cep	0.23	0.12	0.35	0.40	5	1.74	0.52	5.11	1.85
XX Per	0.38	0.13	0.23	1.12	10	2.95	0.34	8.13	2.13
RW Cep	0.20	0.08	0.15	1.09	6	5.45	0.40	6.61	2.31
U Lac	1.28	0.39	0.95	0.89	13	0.68	0.50	8.89	2.31
ST Cep	0.62	0.08	0.33	1.00	5	1.61	0.13	8.07	2.43
Cep	0.35	0.09	0.17	1.37	12	3.91	0.26	3.75	2.46
SW Cep	0.50	0.04	0.15	0.78	24	1.56	0.08	8.37	2.51
TZ Cas	0.94	0.09	—	0.54	10	0.57	0.10	9.23	2.59
PZ Cas	0.87	0.35	—	0.84	12	0.56	0.40	8.93	2.61
Case 23	0.23	0.04	—	1.89	6	8.22	0.17	10.79	2.78
V 717 Cyg	0.31	0.05	—	0.54	15	1.74	0.16	10.14	2.75
S Per	1.58	0.06	—	2.59	6	1.64	0.04	9.62	2.77
V 358 Cas	0.73	0.11	—	1.75	32	2.40	0.15	9.51	2.77
AZ Cep	0.66	0.11	—	1.10	7	1.67	0.17	9.53	2.86
RW Cyg	0.72	0.08	—	0.98	41	1.36	0.10	8.62	2.89
+35°4077	0.28	0.20	—	0.90	9	3.21	0.71	9.68	3.05
Case 78	0.28	0.04	—	1.20	8	4.28	0.14	10.85	2.92
Bl Cyg	0.80	0.07	—	1.03	10	1.29	0.09	9.27	2.98
+24°3902	0.23	0.02	—	1.06	11	4.61	0.09	9.26	3.12
10 Per	0.68	0.18	—	1.64	3	2.41	0.26	11.12	3.21
BC Cyg	1.07	0.10	—	1.30	9	1.21	0.09	9.16	3.31
KY Cyg	0.35	0.15	—	0.53	7	1.51	0.43	11.05	3.66

Как следует из табл. 1, у двойных звезд небольшие изменения блеска V приводят к сравнительно большому изменению цвета В—V, вследствие чего у этих звезд значение $\Delta(B-V)/\Delta V \geq 0.30$. У остальных звезд это отношение небольшое, кроме звезд 10 Per и KY Cyg, у которых фотографическая звездная величина во время наблюдений на 0.5 м телескопе Бюраканской астрофизической обсерватории была близка к 14^m.5 [7]. Ошибки наблюдений при этих условиях должны были быть большими.

Итак, кроме двойных, предположительно двойных и слабых звезд, у всех остальных красных сверхгигантов большие изменения блеска приводят к незначительному изменению цвета В—V.

В этом мы можем еще раз убедиться, сравнивая результаты фотометрических наблюдений красных сверхгигантов, представленные в списках двух различных авторов [7, 8].

В табл. 2 для 41 красного сверхгиганта представлено среднее значение визуальных звездных величин $(V)_A$ и цвета $(B-V)_A$ по работе Абрамяна [7], и те же величины $(V)_X$, $(B-V)_X$, по работе Хемфри [8].

В этой же таблице приведена разница визуальных звездных величин и цвета $B-V$, т. е. $\Delta V = V_A - V_X$, $\Delta(B-V) = (B-V)_A - (B-V)_X$.

К цветовым данным Хемфри мы добавили 0.04, устранив этим систематическое различие, которое существует между цветами $B-V$ двух вышеупомянутых авторов.

Как следует из данных, приведенных в табл. 2, при значительной разнице визуальных звездных величин (до 0^m8) переменных по блеску красных сверхгигантов, максимальная цветовая разница не превосходит 0^m12 величин. Кроме того, никакой корреляции между знаками ΔV и $\Delta(B-V)$ не существует. Эта корреляция существовала бы, если бы изменение блеска явно коррелировало бы с изменением цвета $B-V$ для большинства красных сверхгигантов.

Таблица 2

Название звезды. BD	V_A	V_X	ΔV	$(B-V)_A$	$(B-V)_X$	$\Delta(B-V)$
μ Cep	3.75	4.02	-0.27	2.46	2.42	0.04
VV Cep	5.11	4.90	0.21	1.85	1.79	0.06
BU Gem	6.34	6.41	-0.07	2.27	2.29	-0.02
TV Gem	6.48	6.58	-0.10	2.29	2.34	-0.05
RW Cep	6.61	6.65	-0.04	2.31	2.26	0.05
WY Gem	7.29	7.29	0.00	1.67	1.76	-0.09
KK Per	7.78	7.77	0.01	2.28	2.30	-0.02
AD Per	7.93	7.90	0.03	2.27	2.30	-0.03
SU Per	7.97	7.73	0.24	2.18	2.18	0.00
ST Cep	8.07	8.09	-0.02	2.43	2.32	0.11
XX Per	8.13	8.26	-0.13	2.13	2.12	0.01
+56° 595	8.16	8.10	0.06	2.23	2.24	-0.01
YZ Per	8.16	8.20	-0.04	2.36	2.39	-0.03
RS Per	8.25	8.57	-0.32	2.29	2.29	0.01
+59° 274	8.52	8.50	0.02	2.11	2.09	0.02
T Per	8.61	8.64	-0.03	2.36	2.33	0.03
RW Cyg	8.62	8.13	0.49	2.89	2.92	-0.03
U Lac	8.89	8.70	0.19	2.31	2.38	-0.07
PZ Cas	8.93	8.60	0.33	2.61	2.73	-0.12
+60° 335	8.96	9.16	-0.20	2.41	2.38	0.03
BU Per	9.01	9.05	-0.04	2.58	2.51	0.07
BC Cyg	9.16	9.97	-0.81	3.31	3.30	0.01
PP Per	9.18	9.19	-0.01	2.43	2.46	-0.03
TZ Cas	9.23	9.23	0.00	2.59	2.55	0.04
+24° 3902	9.26	9.00	0.26	3.12	3.14	-0.02
BI Cyg	9.27	9.33	-0.66	2.98	3.05	-0.07
AZ Cas	9.27	9.29	-0.02	1.80	1.75	0.05
KN Cas	9.53	9.51	0.02	1.75	1.70	0.05
MZ Cas	9.53	9.17	0.36	2.57	2.49	0.08
GU Cep	9.68	9.72	-0.04	2.56	2.64	-0.08
V500 Cas	9.57	9.52	0.05	2.79	2.78	0.01
S Per	9.62	9.56	0.06	2.77	2.63	0.09
HS Cas	9.63	9.82	-0.19	2.59	2.55	0.04
GP Cas	9.63	9.54	0.09	2.73	2.73	0.00
+35° 4077	9.68	9.77	-0.09	3.05	3.06	-0.01
W Per	9.87	10.39	-0.52	2.66	2.57	0.09
Cas 81	9.98	9.92	0.06	2.77	2.74	0.03
WX Cas	10.02	9.97	0.05	2.60	2.56	0.04
Case 23	10.79	10.72	0.07	2.78	2.81	-0.03
Case 75	11.03	10.67	0.36	3.19	3.22	-0.03
Case 66	11.05	10.57	0.48	3.66	3.68	-0.02

Из вышеизложенного можно заключить, что изменение цвета $B-V$ с изменением блеска V незначительно (составляет несколько процентов) и между ними нет явной корреляции. Однако последнее не исклю-

чает существования корреляции между V и B—V при изменении блеска у отдельных звезд, что было показано в работе [9].

Этот факт, а также увеличение степени поляризации света звезд красных сверхгигантов с уменьшением их блеска и существование избыточной поляризации слабых красных сверхгигантов по сравнению с яркими (при том же самом цвете B—V) указывает на то, что собственная и избыточная поляризация света звезд красных сверхгигантов возможно обусловлена нейтральным поглощением света.

Оценка величины нейтрального поглощения света у красных сверхгигантов. Попробуем оценить среднюю величину нейтрального поглощения. С этой целью 78 красных сверхгигантов, приведенных в табл. 3—5 из работы [7], расположенных в порядке возрастания цвета B—V мы разбили на перекрывающиеся по номерам друг друга группы 1—10, 6—15, 11—20, 16—25, ... 61—70, 66—75, 71—78.

Фактически в каждой группе содержится 10 звезд, близких по цвету B—V, но с различными средними визуальными звездными величинами и степенью поляризации. Каждая группа была разбита на две (по 5 звезд) подгруппы. В первую подгруппу были включены слабые (по звездной величине V) звезды, а во вторую подгруппу—яркие звезды.

Таблица 3

n	VI	VII	PI	PII	(B—V)I	(B—V)II	ΔV	ΔP	$\frac{\Delta P}{\Delta V}$
1—10	8.31	5.06	2.24	0.70	1.80	1.60	3.25	1.54	0.47
6—15	8.84	6.04	3.02	1.22	1.94	1.97	2.80	1.80	0.64
11—20	8.79	6.00	3.30	1.62	2.12	2.10	2.79	1.68	0.60
16—25	8.68	6.88	3.60	2.72	2.18	2.23	1.80	0.88	0.49
21—30	8.30	7.18	3.94	2.72	2.27	2.28	1.12	1.22	1.09
26—35	8.69	7.27	3.78	2.92	2.33	2.30	1.42	0.86	0.61
31—40	9.11	7.83	4.20	3.14	2.39	2.36	1.28	1.06	0.83
36—45	9.11	7.03	4.04	3.26	2.44	2.44	2.08	0.78	0.38
41—50	9.57	7.22	4.08	2.40	2.55	2.50	2.35	1.68	0.42
46—55	9.61	8.97	3.94	2.96	2.58	2.60	0.64	0.98	1.53
51—60	9.86	8.89	4.40	3.12	2.67	2.66	0.97	1.28	1.32
56—65	10.14	9.31	5.38	4.34	2.75	2.75	0.83	1.04	1.25
61—70	10.25	9.24	5.82	3.50	2.82	2.82	0.99	2.32	2.34
66—75	10.48	9.13	4.94	3.32	3.04	2.92	1.35	1.62	1.20
71—78	10.88	9.34	5.85	3.50	3.34	3.11	1.54	2.35	1.53

В табл. 3 приведены усредненные значения для I и II подгрупп по отдельности, звездных величин (V_I, V_{II}) степени поляризации (P_I, P_{II}) цвета $(B—V)_I, (B—V)_{II}$, разностей $\Delta V = V_I - V_{II}$ и $\Delta P = P_I - P_{II}$.

Как следует из таблицы, во всех группах, кроме первой и последней, среднее значение B—V в обеих подгруппах отличается на сотые доли звездной величины, в то время как разница ΔV и ΔP значительна и принимает значение соответственно $\overline{\Delta V} > 1.0$ и $\overline{\Delta P} > 1.0\%$.

Расчеты показывают также, что средние значения избытков цвета E_{B-V} в обеих подгруппах отличаются друг от друга также на сотые доли звездной величины. Поэтому большое значение степени поляризации в первой подгруппе относительно второй можно приписать нейтральному поглощению, которое приводит также к ослаблению яркости звезд в этой подгруппе.

Для наглядности на рис. 1 приведена зависимость среднего значения степени поляризации от средних значений цвета B—V для первой и второй подгрупп звезд по данным табл. 3. На рисунке крестиками обозначено значение данных первой подгруппы, а точками—второй.

Приписав разницу визуальных звездных величин первой и второй подгрупп звезд нейтральному поглощению, мы оценили среднюю величину нейтрального поглощения $A_H = 1^m 30$. Оценивая эту разницу, мы исключили из расчетов данные, полученные для первых трех групп

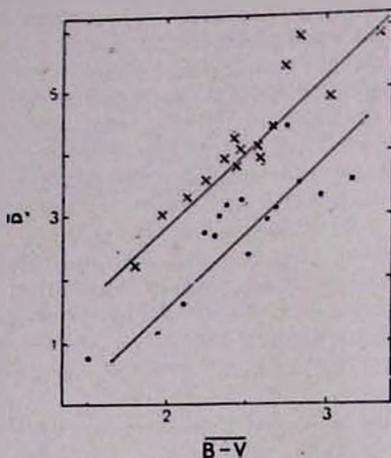


Рис. 1

звезд (на которые могли бы влиять большие дисперсии звездных величин и эффект расстояний).

Эффект расстояния, конечно, мог бы действовать на среднее значение визуальных звездных величин звезд в каждой подгруппе, однако, в этом случае он должен действовать и на среднее значение степени поляризации. При одинаковом среднем цвете $B-V$ и поглощении далекие звезды наблюдались бы слабыми, и из-за клочковатой структуры поглощающих облаков [10] деполяризационный эффект привел бы скорее к некоторому уменьшению P/A_V во всяком случае не к увеличению, которое следует из табл. 3.

Поэтому можно заключить, что из-за существования нейтрального поглощения ($A_H = 1^m 30$) мы наблюдаем избыточную поляризацию у слабых красных сверхгигантов.

Интересно рассмотреть также вопрос о том, существует ли избыточная поляризация у звезд ранних типов O-B.

Избыточная поляризация света звезд ранних типов. Для того, чтобы выяснить, существует ли избыточная поляризация света среди звезд типов O и B, мы использовали данные, приведенные в каталоге Хилтнера [11]. При переходе от одного участка неба к другому, A_V , P , θ и другие параметры, особенно позиционные углы поляризации, могут сильно меняться, поэтому при рассмотрении поставленной нами задачи мы провели расчеты в отдельных участках неба отдельно, а потом усредняли полученные после некоторых расчетов данные.

Исследуемую часть неба $22^h 0-3^h 0$ по прямому восхождению мы разделили на следующие участки $\alpha = 0^h 0-1^h 0$, $1.0-2.0$, $2.0-3.0$, $22.0-23.0$, $23.0-24.0$. В остальных участках неба мы не провели статистику, поскольку позиционные углы поляризации света звезд в них сильно отклонены как друг от друга, так и от направления галактической плоскости. Учитывая то обстоятельство, что у ранних звезд типов O и B величина межзвездного поглощения определена более точно по

сравнению с красными сверхгигантами, отдельно для каждого участка неба мы выписали кроме визуальных величин (V), параметров поляризации (P , θ) и абсолютных величин (M_V) звезд типов О и В также межзвездное поглощение A_V по мере его возрастания.

В каждом участке мы выбрали пары звезд, у которых избирательное поглощение почти одинаково, а степень поляризации у одной звезды пары значительно превосходит другую, т. е. $(\frac{P}{A_V})_I \gg (\frac{P}{A_V})_{II}$ при $A_V(I) \approx A_V(II)$. Таких пар в каждом участке было подобрано не менее десяти.

Усредненные значения P/A_V , V , A_V , M_V для звезд, обладающих максимальной и минимальной степенью поляризации (с одинаковым поглощением), для каждой области отдельно приведены в табл. 4.

Как следует из табл. 4, среднее численное значение визуальных звездных величин у звезд, обладающих высокой степенью поляризации, превосходит (т. е. звезды слабее) во всех выбранных участках неба среднее значение тех же величин у звезд с меньшими значениями степени поляризации, при том же самом значении межзвездного поглощения.

Это означает, что (подобно красным сверхгигантам) слабые звезды типов О и В имеют избыточную поляризацию по сравнению с яркими. Может ли избыточная поляризация быть вызвана различием в расстояниях соответствующих звезд (см. табл. 4)? Если бы это было так, то для двух групп звезд с одинаковым межзвездным поглощением у далеких звезд мы должны были бы наблюдать значительно большую поляризацию или P/A_V , чем у близких.

Таблица 4

α	n	$(P/A_V)_I$	V_I	A_{VI}	M_{VI}	$(P/A_V)_{II}$	V_{II}	A_{VII}	M_{VII}
0.0—1.0	10	0.062	10.00	2.13	-3.57	0.017	9.44	2.22	-4.86
1.0—2.0	12	0.057	9.58	2.11	-4.19	0.030	9.29	2.21	-3.94
2.0—3.0	18	0.056	9.48	2.02	-3.93	0.033	8.46	2.01	-4.98
22.0—23.0	10	0.042	9.84	2.06	-4.30	0.011	7.97	2.06	-3.88
23.0—24.0	11	0.035	8.93	2.21	-4.88	0.011	8.67	2.31	-5.04

Таблица 5

α	n	I группа				II группа			
		\bar{V}	\bar{A}_V	$\overline{m-M}$	\bar{P}	\bar{V}	\bar{A}_V	$\overline{m-M}$	\bar{P}
0.0—1.0	8	9.05	0.84	12.6	0.034	7.10	0.72	8.7	0.031
1.0—1.5	12	9.05	1.24	12.9	0.048	7.02	1.25	10.2	0.052
1.5—2.0	21	9.22	1.74	13.0	0.068	8.35	1.76	9.8	0.054
2.0—2.5	21	9.58	2.29	12.9	0.076	9.12	2.24	10.2	0.033
2.5—3.0	19	9.75	2.72	12.7	0.090	9.34	2.73	10.0	0.087
3.0—4.0	13	9.37	3.40	12.4	0.091	9.72	3.26	10.1	0.098

В табл. 5 для тех же участков неба, что и в табл. 4, приведены значения V , A_V , $(m-M)$, P для звезд с максимальными (I группа) и минимальными (II группа) модулями расстояний, но с одинаковой величиной межзвездного поглощения. Как следует из табл. 5, почти нет никакой разницы между средним значением P у двух групп звезд во всех выбранных участках неба.

α	n	I группа				II группа			
		\bar{V}	\bar{A}_V	$\overline{m-M}$	\bar{P}	\bar{V}	\bar{A}_V	$\overline{m-M}$	\bar{P}
0.0—1.0	3	8.19	0.94	12.7	0.029	9.06	0.92	10.9	0.052
1.0—1.5	7	8.87	1.27	13.3	0.050	8.97	1.33	11.4	0.071
1.5—2.0	20	9.15	1.73	12.3	0.048	9.70	1.73	11.0	0.080
2.0—2.5	17	9.15	2.27	12.6	0.066	9.69	2.27	11.2	0.106
2.5—3.0	13	9.37	2.71	12.1	0.059	9.77	2.72	10.7	0.107
3.0—4.0	8	9.61	3.30	11.9	0.080	10.00	3.25	10.2	0.119

Для получения окончательного ответа мы поставили более жесткие условия на модуль расстояний звезд и степени поляризации. В каждом участке неба мы отобрали звезды с одинаковым поглощением и из них составили две группы звезд. В I группу вошли звезды с большими модулями расстояния, но с меньшей (минимальной) степенью поляризации, во II группу мы включили звезды с меньшими модулями расстояний, но сравнительно большой (максимальной) степенью поляризации.

В табл. 6 приведены средние значения \bar{V} , \bar{A}_V , $\overline{m-M}$, \bar{P} для обеих групп звезд в каждом участке неба отдельно.

Как следует из табл. 6, несмотря на меньшие модули расстояний, звезды с большой степенью поляризации (звезды II группы) систематически слабее по сравнению со звездами I группы. Эти данные еще раз подтверждают, что слабые по яркости звезды ранних типов по сравнению с яркими звездами имеют избыточную поляризацию, которая, как и в случае с красными сверхгигантами, вероятно, обусловлена нейтральным поглощением.

Для выяснения характера нейтрального поглощения мы провели некоторый статистический анализ для звезд, принадлежащих к звездным ассоциациям, так как красные сверхгиганты и большинство звезд типов O и B, как известно [4], входят в состав звездных ассоциаций.

Зависимость абсолютных звездных величин звезд от модуля расстояния в звездных ассоциациях. Обычно эффект наблюдательной селекции приводит к тому, что с увеличением модуля расстояния звезд увеличивается в среднем их абсолютная звездная величина. Подтверждением этого эффекта является приведенная на рис. 2 зависимость между средними значениями модуля расстояния и абсолютной звездной величиной, после применения предварительной цифровой фильтрации [5] (при возрастании средних значений модуля расстояния), рассчитанная по данным звезд типов O и B, входящих в состав звездных ассоциаций [8].

Если в звездных ассоциациях или около звезд, принадлежащих к звездным ассоциациям, существовало бы нейтральное поглощение, то оно привело бы к тому, что внутри ассоциации те звезды, которые имеют большее значение $\overline{m-M}$ показали бы более низкие абсолютные величины, чем те, которые имеют малые значения $\overline{m-M}$. Иными словами, для звезд, входящих в состав звездных ассоциаций, мы не наблюдали бы зависимости, подобно представленной на рис. 2, или наблюдали бы обратную зависимость.

Действительно, из рис. 3, где для звезд, входящих в звездную ассоциацию Персей OB1, приведена зависимость среднего значения абсолютных звездных величин от кажущегося модуля расстояний, следует, что как для звезд типов O и B, так и для красных сверхгигантов эта зависимость противоположна зависимости, приведенной на рис. 2.

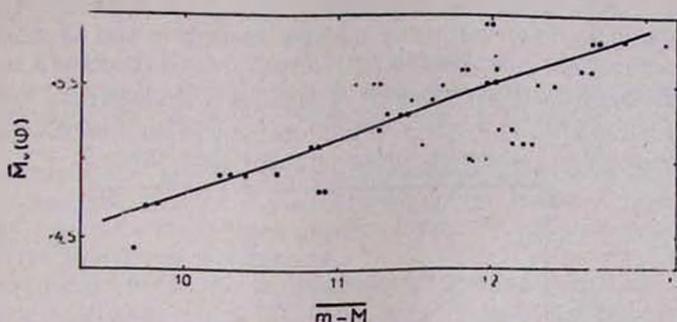


Рис. 2

Таблица 7

Звездные ассоциации	Ближние звезды				Далекие звезды			
	$m-M$	\bar{M}_V	$\overline{M_V(\varphi)}$	\bar{A}_V	$m-M$	\bar{M}_V	$M_V(\varphi)$	\bar{A}_V
Cep OB 2	8.80	-5.2	-5.2	2.10	10.40	-4.5	-4.5	1.85
Cam OB 1	9.22	-5.2	-5.2	2.04	10.66	-3.6	-4.5	2.43
Cyg OB 9	9.86	-4.6	-5.2	4.53	11.08	-4.6	-4.4	2.52
Aur OB 1	9.78	-5.9	-5.9	1.41	11.38	-4.4	-4.6	1.37
Ara OB 1a	9.96	-6.3	-6.3	1.79	11.56	-4.6	-4.4	2.32
Gem OB 1	10.19	-6.3	-6.3	1.15	11.66	-3.9	-4.6	1.59
Mon OB 2	10.39	-4.7	-6.3	1.74	11.40	-4.8	-4.8	1.94
Ser OB 2	10.69	-6.5	-5.6	3.65	12.28	-5.2	-4.8	3.15
Sgr OB 1	10.37	-5.6	-5.9	1.29	12.05	-4.3	-5.2	1.60
Cyg OB 2	10.38	-5.9	-5.9	4.87	12.11	-5.9	-4.3	5.02
Cyg OB 1	10.46	-6.4	-5.9	3.13	12.15	-4.2	-5.2	2.57
Vela OB 1	10.60	-5.6	-6.4	2.02	12.19	-5.2	-5.2	2.62
Sco OB 1	10.63	-6.6	-5.6	1.70	12.06	-5.3	-5.2	1.14
Car OB 2	10.87	-5.5	-5.9	1.09	12.08	-4.8	-4.8	1.19
Vul OB 1	11.02	-5.9	-5.5	3.30	11.94	-4.4	-4.8	2.51
Cas OB 6	10.97	-5.1	-5.9	2.59	12.40	-5.9	-5.9	2.55
Ser OB 1	10.95	-5.9	-5.1	2.51	12.17	-6.1	-5.9	3.17
Per OB 1	10.94	-5.1	-5.9	2.35	12.05	-4.6	-5.4	1.52
Cyg OB 8	11.13	-6.3	-5.4	2.20	12.45	-5.4	-4.6	2.53
Cyg OB 3	11.05	-5.4	-5.4	1.25	12.61	-4.2	-4.2	1.55
Cru OB 1	11.15	-4.7	-5.4	1.24	13.05	-3.7	-4.2	1.15
Cas OB 5	11.47	-6.1	-6.1	2.28	12.55	-5.3	-4.3	2.07
Gen OB 1	11.22	-6.9	-6.7	1.91	12.84	-4.3	-4.9	1.08
Car OB 1	11.17	-6.7	-6.7	1.62	12.82	-4.9	-4.9	2.20
Cas OB 2	11.39	-6.2	-6.2	3.29	12.65	-5.5	-4.9	3.01
Cas OB 7	11.07	-5.4	-5.4	2.70	12.94	-4.8	-5.3	2.59
Cas OB 4	11.48	-5.1	-5.4	1.98	13.14	-5.3	-5.3	2.78
Cas OB 8	11.57	-5.7	-5.7	1.71	13.17	-5.3	-5.3	2.06
Sgr OB 5	11.42	-5.7	-5.7	2.32	13.21	-4.9	-5.3	2.27
Ara OB 1b	12.07	-6.0	-5.7	1.86	13.39	-5.3	-4.9	2.49
Cep OB 1	12.02	-5.4	-5.4	2.08	13.35	-4.7	-5.3	1.62
R 103	12.11	-5.4	-5.4	2.51	14.11	-5.9	-5.9	2.27

На рис. 3 точками обозначены данные для звезд типов O и B, усредненные каждая по десяти членам ассоциаций, а крестиками—красные сверхгиганты, усредненные каждая по пяти членам. Это обусловлено тем, что красные сверхгиганты малочисленны по сравнению со звездами типов O и B.

Поскольку для остальных звездных ассоциаций трудно привести подобные зависимости из-за небольшого количества членов ассоциаций, мы выбрали 32 звездные ассоциации из каталога [8], число горя-

чих членов которых (звезды типов О и В) превосходит 10. Из каждой из этих ассоциаций мы выбрали по три звезды типов О и В с минимальными модулями расстояний, и по три звезды типов О и В с максимальными модулями расстояний. Усредненные значения \bar{M}_V , $\bar{M}_V(\varphi)$, \bar{A}_V по трем звездам, каждой ассоциации отдельно для близких звезд, соответственно, и для далеких звезд приведены в табл. 7.

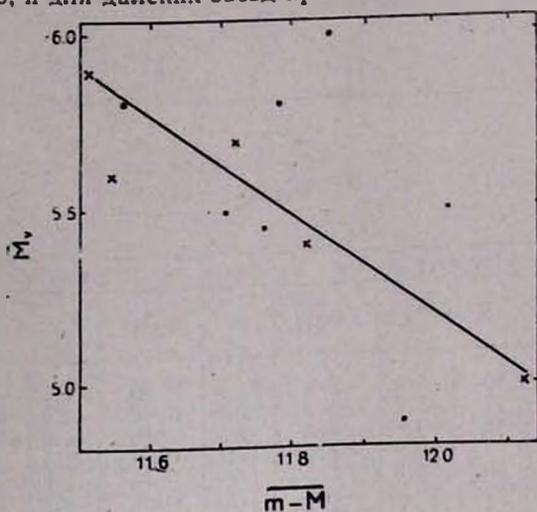


Рис. 3

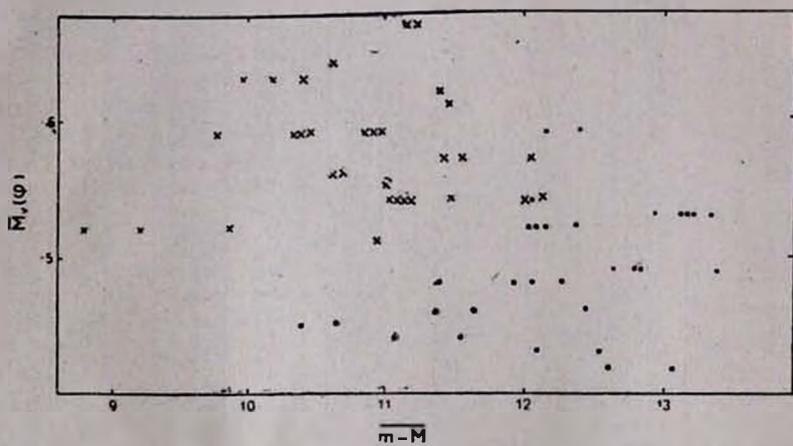


Рис. 4

Эти данные в таблицах расположены по мере возрастания величины $m-M$ с учетом межзвездного поглощения A_V .

На рис. 4 приведена зависимость между средним значением $m-M$ и средним значением абсолютных звездных величин после фильтрации $M_V(\varphi)$, для звезд с большими (точки) и малыми (крестики) значениями $m-M$. Как следует из рисунка, абсолютные величины звезд с большими $m-M$ систематически меньше, чем у звезд с малыми $m-M$. В среднем эта разница составляет $0^m 9$.

Эти данные указывают на существование нейтрального поглоще-

ния у звезд—членов звездных ассоциаций. Если считать, что эффект наблюдательной селекции по абсолютной величине в звездных ассоциациях не играет роли, то наибольшую величину нейтрального поглощения в ассоциациях можно считать в среднем превосходящей $A_{11} = 0^m 9$. При существовании эффекта селекции она (A_{11}) может достигнуть в среднем $1^m 3$.

Поскольку как при существовании нейтрального поглощения внутри ассоциации, так и при околозвездном нейтральном поглощении мы наблюдали бы найденную зависимость (рис. 4), то остается выяснить, какая из этих причин более весома.

Характер нейтрального поглощения в звездных ассоциациях. Вопрос о существовании нейтрального поглощения внутри ассоциаций, кроме того околозвездного нейтрального поглощения, которое может быть у каждого члена ассоциации, является весьма сложным. Трудность заключается в разделении эффектов, возникающих вследствие наличия небольших компактных облаков вокруг звезд от того эффекта, который может быть вызван поглощающей материей, распределенной внутри всей ассоциации.

Вследствие трудности задачи приходится сначала делать упрощающие предположения и ставить сравнительно простые вопросы. Так, для решения вопроса о самом существовании облака, распределенного в ассоциации, мы допустим, что околозвездное нейтральное поглощение одинаково для всех членов ассоциации и не зависит ни от места нахождения, ни от типа звезды, которая отобрана для изучения.

Ставя задачу таким образом, для 32 звездных ассоциаций мы отобрали по четыре звезды из каждой ассоциации (звезды I группы), расположенные в направлении центра ассоциаций, и четыре звезды далеко от центра ассоциаций, расположенные по всем четырем направлениям относительно центра—по L и B (звезды II группы, расположенные по краям звездных ассоциаций—в проекции). Будем считать звездой № 1 в I группе—показывающую самое большое $m-M$; № 2, 3—звезды, имеющие среднее значение $m-M$ и № 4—звезду с наименьшим $m-M$ из четырех звезд (соответствующие звезды II группы обозначены № 1', 2', 3' и 4'). Вся совокупность 32×4 отобранных звезд в каждой из двух групп оказалась таким образом разбитой на три подгруппы. В первой подгруппе содержатся 32 далекие, во второй 64 средние и в третьей—32 близко расположенные звезды.

Таблица 8а

N	\bar{V}	$\overline{(B-V)}$	\bar{A}_v	$\overline{(m-M)}$	\bar{M}	n
1	8.95	0.49	2.22	12.12	-4.60	32
2+3	8.27	0.49	2.19	11.57	-5.50	64
4	8.18	0.53	2.31	10.98	-5.70	32

Таблица 8б

N	\bar{V}	$\overline{(B-V)}$	\bar{A}_v	$\overline{(m-M)}$	\bar{M}	n
1'	8.80	0.58	2.47	12.14	-5.25	32
2'+3'	8.45	0.52	2.22	11.56	-5.41	64
4'	7.75	0.57	2.38	10.93	-6.20	32

В табл. 8а, б приведено среднее значение \bar{V} , $\overline{(B-V)}$, \bar{A}_v , $\overline{(m-M)}$, \bar{M} и количество звезд для этих двух групп, вычисленных в каждой подгруппе отдельно.

На рис. 5 приводится зависимость между средними абсолютными величинами (M_V) и модулями расстояний для первой группы (точки) и второй группы (крестики). Для обеих групп звезд с увеличением $m-M$ уменьшаются абсолютные яркости. Однако на рисунке наблюдается один важный эффект.

В направлении центра звездных ассоциаций (I группа) звезды № 1, 4 (расположенные на самом далеком и близком расстояниях) имеют меньшую абсолютную яркость, чем подобные звезды (1', 4'), расположенные далеко от центра звездных ассоциаций. Это легко объяснить, если предположить, что величина нейтрального поглощения уменьшается с удалением от центра звездных ассоциаций. Действительно, при подобном предположении нейтральное поглощение максимально уменьшило бы блеск звезд, расположенных дальше, в направлении центра звездных ассоциаций (вследствие чего наблюдается самая минимальная абсолютная звездная величина). Нейтральное поглощение влияло бы незначительно на яркость ближе к нам расположенных звезд, находящихся по краям звездных ассоциаций, что и наблюдается.

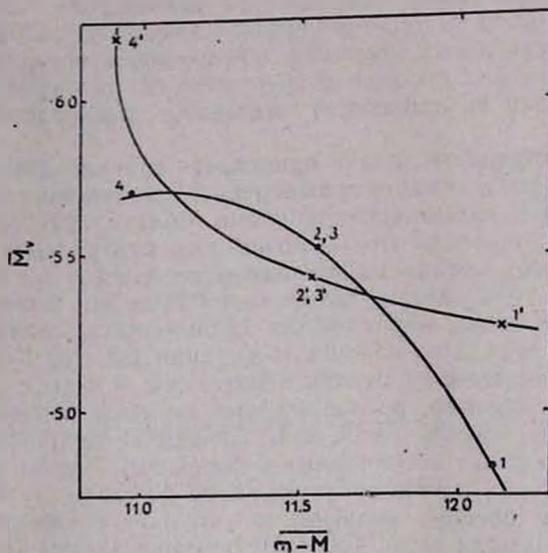


Рис. 5.

Между этими двумя подгруппами звезд разность средних абсолютных звездных величин составляет $1^m 4$. Эту величину и следует принять в качестве оценки нейтрального поглощения в направлении центра звездных ассоциаций.

Кроме этого из данных наблюдений следует, что значение P/A_V звезд с большими модулями расстояний в направлении центра звездных ассоциаций примерно на 30% больше, чем у звезд с минимальными модулями расстояний, расположенных по краям звездных ассоциаций. Значения P/A_V выравниваются, если в направлениях на центры звездных ассоциаций к A_V звезд с большими модулями расстояний вместо нашей оценки $A_N = 1^m 4$ прибавить $A_N = 0^m 8$, как нейтральное поглощение. Поэтому не исключено, что нейтральное поглощающее облако в звездных ассоциациях имеет по сравнению с межзвездным селективным поглощением меньшую поляризационную способность.

Итак, из анализа наблюдательных данных звезд, принадлежащих к звездным ассоциациям, можно заключить, что кроме околос звездного, в области звездных ассоциаций, вероятно, существует заметное нейтральное поглощающее облако, влияние которого уменьшается с удале-

нием от центров звездных ассоциаций, при выполнении условий, приведенных в начале настоящего параграфа.

В направлении центра звездных ассоциаций в среднем величина общего нейтрального поглощения может достигать $A_n = 1^m 3$.

Заключение. Из статистического анализа поляриметрических и фотометрических наблюдений звезд красных сверхгигантов и горячих звезд типов O и B, принадлежащих к звездным ассоциациям, можно сделать следующие заключения:

1. При одинаковом по величине межзвездном поглощении слабые по величине красные сверхгиганты и звезды ранних типов O и B, по сравнению с соответствующими яркими звездами обладают избыточной поляризацией.

2. Избыточная поляризация света звезд обусловлена нейтральными поглощающими облаками, расположенными как около звезд, так и распределенных в объемах звездных ассоциаций.

3. Полная величина нейтрального поглощения в среднем достигает до $1^m 3$ в направлении центра звездных ассоциаций.

4. Величина нейтрального поглощения уменьшается с удалением от центра звездных ассоциаций.

5. Поляризующая способность нейтральных облаков, возможно, в два-три раза меньше, чем поляризующая способность селективно поглощающих облаков.

В заключение выражаю глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну за постоянный интерес и ценные указания, сделанные при выполнении настоящей работы.

Ноябрь 1981 г.

Բ. Ա. ՎԱՐԴԱՆԻԱՆ

ԱՍՏՂԵՐԻ ԼՈՒՅՄԻ ԱՎԵԼՑՈՒԿԱՅԻՆ ԲԵՎԵՌԱՑՈՒՄԸ ԵՎ ՉԵԶՈՔ ԿԼԱՆՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում ցույց է տրվում, որ M, O, B տիպի աստղերի լույսի բևեռացումը մասամբ պայմանավորված է շուրջաստղային և աստղասփյուռններում գտնվող շեղոք կլանող ամպերով:

Աստղասփյուռնների կենտրոնների ուղղութամբ շեղոք կլանման շափր միջինում կազմում է $1^m 3$ մեծություն:

R. A. VARDANIAN

EXCESS POLARIZATION OF THE STARLIGHT AND THE NEUTRAL ABSORPTION

It is shown that the polarization of the light of the M, O, B type stars is partly due to the neutral absorbing circumstellar clouds and clouds situated within stellar associations.

In the directions of the centres of stellar associations the neutral absorption is about $1^m 3$ in the mean.

ЛИТЕРАТУРА

1. Т. В. Мирзоян, Известия АН АрмССР, 7, № 3, 45, 1954.
2. В. Страйжис, Многоцветная фотометрия звезд, Вильнюс, 1977.
3. J. Bergeat et al., *Astron. Astrophys.*, 52, 245, 1976.
4. Р. А. Варданын, О характере поляризации света звезд красных сверхгигантов, представлена к печати.
5. В. А. Амбарцумян, ДАН АрмССР, 16, 73, 1953.
6. Р. А. Варданын, Сообщ. Бюраканской обс., 52, 127, 1980.
7. Г. В. Абрамян, Сообщ. Бюраканской обс., 52, 34, 1980.
8. R. M. Humphreys, *Ap. J. Suppl. Ser.*, 58, 309, 1978.
9. Г. В. Абрамян, Препринт, № 9, Ереван, 1981.
10. В. А. Амбарцумян, Научные труды, т. I, 356, Ереван, 1960.
11. W. A. Hiltner, *Ap. J. Suppl. Ser.*, 24, 389, 1956.
12. Н. М. Артюхина, П. Н. Холопов, АЖ., 35, 524, 1958.
13. П. Н. Холопов, Сообщения ГАИШ, № 205, 1979.
14. П. Н. Холопов, Звездные скопления, М., 1981.
15. В. А. Амбарцумян, Научные труды, т. 2, 77, Ереван, 1960.