АСТРОФИЗИКА

ТОМ 32 ФЕВРАЛЬ, 1990 ВЫПУСК 1

УДК: 524.312.3/7:524.57—355

ОКОЛОЗВЕЗДНЫЕ ОБЛАКА ВОКРУГ ГРУППЫ ЗВЕЗД О-В ПО ДАННЫМ ДУБЛЕТА 2800 Mg II

В. Г. ЧОЛАКЯН

Поступила 2 февраля 1989
Принята к печати 15 декабря 1989

Приведены результаты по детектированию околозвездных облаков вокруг группы звезд классов О-В при помощи резонансного дублета ионизованного магния 2800 Mg II. Использован наблюдательный материал внеатмосферной обсерватории IUE. Описана методика выделения околозвездных облаков вокруг горячих звезд на основе использования спектрограмм звезд, полученных с умеренным разрешением.

1. *Введение.* В настоящее время трудно усомниться в возможностях использования ультрафиолетового дублета ионизованного магния 2800 Mg II при выделении околозвездных облаков вокруг горячих звезд. По мере накопления информации о межзвездных линиях 2800 Mg II стало еще более очевидным, что этот дублет в поглощении в подавляющем большинстве случаев состоит из двух компонентов — собственно межзвездной линии 2800 Mg II, формирующейся в межзвездной среде, и линии 2800 Mg II, формирующейся в окружающем звезду околозвездном облаке. Это нашло подтверждение результатами анализа эквивалентных ширин межзвездных линий поглощения дублета 2800 Mg II в спектрах 46 ранних звезд, выделенных с высоким спектральным разрешением (0.1 A) [1, 2]. Было показано, в частности, что численные значения эквивалентной ширины межзвездных линий 2800 Mg II в спектрах звезд одних и тех спектральных классов, не испытавших межзвездного поглощения, разбросаны в широких пределах, намного превышающих ошибку измерений. Интерпретируя этот факт как доказательство наличия околозвездных облаков вокруг некоторых звезд, где происходит дополнительное поглощение в линиях дублета 2800 Mg II, Гурзадян [2] определил ряд физических параметров этих облаков, а также удельное поглощение межзвездным магнием на единицу расстояния; оно оказалось в среднем равным 1 A/кпк, по данным звезд, находящихся на расстоянии до 1 кпк.

Уверенное выделение межзвездного вклада в линию 2800 Mg II на фоне ее звездного компонента и ее последующее разделение на две составляющие — собственно звездную и околозвездную — разумеется можно осуществить надежнее всего путем регистрации профилей 2800 Mg II со спектральным разрешением не более 0.1 A. Вместе с тем, не исключен и иной путь выделения межзвездной линии 2800 Mg II, а именно: сопоставление наблюдаемой эквивалентной ширины линии 2800 Mg II с ее теоретически ожидаемой величиной для звезд данного спектрального класса и класса светимости. Так, у горячих звезд (ранее B5—B8), особенно слабых, а следовательно и наиболее удаленных, основной вклад в наблюдаемую величину W(2800 Mg II) принадлежит межзвездному магнию и, кроме того, прибавляется поглощение в околозвездном облаке, если таковое существует вокруг рассматриваемой звезды.

Выделению околозвездных облаков вокруг горячих звезд на основе наблюдательного материала, полученного с умеренным спектральным разрешением, и посвящена настоящая статья.

2. *Выделение околозвездных облаков.* Имеем для наблюдаемого численного значения эквивалентной ширины W(Mg II) собственно дублета 2800 Mg II, без учета поглощения межзвездным магнием:

$$W(\mathrm{Mg\ II}) = W(2800\ \mathrm{Mg\ II}) - W_0, \tag{1}$$

где W(Mg II) — эквивалентная ширина собственно дублета 2800 Mg II в бленде W(2800 Mg II), W_0 — сумма эквивалентных ширин слабых линий вблизи дублета 2800 Mg II. В случае слабых линий 2800 Mg II (W(Mg II) $<$ 4 A), крылья которых не доходят до лоренцевской области профиля спектральной линии, можно записать:

$$W_{\mathrm{int}} = W(\mathrm{Mg\ II}) - W_*, \tag{2}$$

где W_{int} — суммарная эквивалентная ширина межзвездной линии поглощения 2800 Mg II, W_* — эквивалентная ширина собственно дублета 2800 Mg II звездного происхождения.

При низком спектральном разрешении нахождение величин W_0 и W_* из непосредственных измерений спектрограмм неосуществимо, и поэтому нами были использованы их *теоретические* значения, рассчитанные Снайдерсом и Ламерсом [3] для non-LTE модели атмосфер, $T_{eff} >$ $>$ 15000 K. Заметим, что эти теоретические расчеты находятся в достаточно хорошем согласии с высокодисперсионными наблюдениями [4].

Детектирование околозвездных облаков при помощи дублета 2800 Mg II можно осуществить с наибольшей эффективностью в случае звезд класса O и ранних B, у которых собственные линии 2800 Mg II фотосферного происхождения достаточно слабые.

В качестве наблюдательного материала нами были использованы фрагменты микрофотометрических IUE-записей спектров 27 звезд спектральных классов O3—B3, полученных с разрешением TA [5]. Найденные из непосредственных измерений спектрограмм наблюдаемые значения W (2800 Mg II) в спектрах изученных звезд приведены в табл. 1 (столбец 6), наряду с основными данными для исследуемых звезд (столбцы 1—5); номер звезды HD, спектральный класс и класс светимости, видимая звездная величина V, колор-эксцесс $E(B—V)$, расстояние до звезды r. В столбцах 7—9 приведены численные значения эквивалентных ширин: суммарной межзвездной составляющей W_{int}, средней собственно межзвездной линии W_i для данного расстояния и линии Mg II в околозвездном облаке W_c. В 10 столбце приведены безразмерные величины относительной мощности околозвездных облаков $q = W_c/W_{int}$.

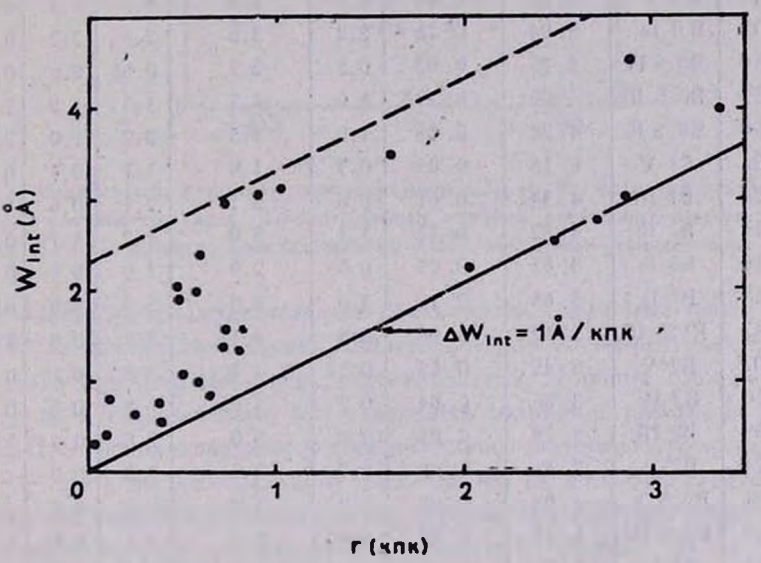

Рис. 1. Зависимость W_{int} от расстояния до звезды r, построенная по данным табл. 1. Нижняя граница зависимости $W_{int} \sim r$ (сплошная линия) соответствует межзвездной составляющей.

На рис. 1 представлена эмпирическая кривая зависимости величины W_{int} от расстояния до звезды r, построенная по данным столбцов 5 и 7 табл. 1. Нижняя граница этой зависимости (сплошная линия) определяется вкладом в величину W_{int} собственно среднего межзвездного компонента 2800 Mg II. Верхняя граница (прерывистая линия) характеризует наличие околозвездных облаков вокруг большинства из рассматриваемых звезд. Из этого графика мы находим удельное поглощение межзвездным магнием: $\Delta W_{int} = 1$ А/кпк, что находится в полном согласии с определением Гурзадяна [2].

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИССЛЕДУЕМЫХ ЗВЕЗДАХ

Звезда HD	Спектр	V	$E(B-V)$	r (кпк)	W (2800 MgII) A	W_{int} A	W_1 A	W_c A	q
93632	O4 V	$8^m.34$	$0^m.64$	3.5	4.1	4.0	3.5	0.5	0.13
47839	O7 V	4. 66	0. 07	0.9	2.3	1.7	0.9	0.8	0.47
14533	O8 V	7. 46	0. 1	2.4	3.0	2.4	2.4	0.0	0.0
152408	O8 If	5. 77	0. 44	1.7	4.0	3.5	1.7	1.8	0.50
214680	O9 V	4. 88	0. 11	0.7	1.8	1.1	0.7	0.4	0.4
38666	O9.5 V	5. 17	0. 02	0.9	2.1	1.3	0.9	0.4	0.3
188209	O9.5 Ia	5. 62	0. 2	2.6	3.3	2.6	2.6	0.0	0.0
36512	B0 V	4. 62	0. 04	0.5	1.8	0.9	0.5	0.4	0.44
204172	B0 Ib	5. 94	0. 16	2.2	3.6	2.6	2.2	0.4	0.15
34816	B0.5 IV	4. 29	0. 02	0.5	2.2	0.53	0.5	0.03	0.06
119159	B0.5 III	6. 00	0. 20	1.0	4.2	3.3	1.0	2.3	0.7
64760	B0.5 Ib	4. 24	0. 08	1.0	4.5	3.2	1.0	2.2	0.7
31726	B1 V	6. 15	0. 05	0.7	1.8	1.1	0.7	0.4	0.36
46328	B1 III	4. 34	0. 01	0.6	3.1	2.1	0.6	1.5	0.7
40111	B1 Ib	4. 82	0. 13	1.1	3.0	1.7	1.1	0.6	0.35
91316	B1 Ib	3. 85	0. 05	0.9	2.9	1.6	0.9	0.5	0.3
150168	B1 Ia	5. 65	0. 16	3.0	4.2	3.0	3.0	0.0	0.0
62747	B1.5 III	5. 62	0. 06	0.8	4.1	3.0	0.8	2.2	0.73
64802	B2 V	5. 49	0. 05	0.37	1.7	0.8	0.37	0.4	0.54
3360	B2 IV	3. 66	0. 04	0.2	1.65	0.8	0.2	0.6	0.74
51283	B2 III	5. 29	0. 05	0.6	3.0	2.0	0.6	1.4	0.7
165024	B2 Ib	3. 66	0. 08	0.7	3.4	2.0	0.7	1.3	0.65
61831	B2.5 V	4. 84	0. 02	0.2	1.6	0.8	0.2	0.6	0.75
32612	B2.5 IV	6. 41	0. 44	0.6	2.9	2.1	0.65	1.45	0.7
120315	B3 V	1. 86	0. 01	0.05	1.4	0.4	0.06	0.34	0.85
164353	B5 Ib	3. 97	0. 02	0.75	3.8	0.58	0.6	0.0	0.0
58350	B5 Ib	2. 44	0. 02	0.8	5.0	1.6	0.8	0.8	0.5

Величина W_c применительно к отдельным звездам находится из очевидного соотношения:

$$W_c = W_{int} - \Delta\, W_{int} \cdot r. \qquad (3)$$

Графически зависимость W_c от спектрального класса и класса светимости приведена на рис. 2. Из этого рисунка можно сделать вывод, что дисперсия в мощностях (столбцевых плотностях) околозвездных облаков довольно большая и что существуют звезды одного и того же спектраль-

ного класса как без околозвездных облаков ($W_c \approx 0$), так и с достаточно мощными облаками ($W_c \approx 2$ A).

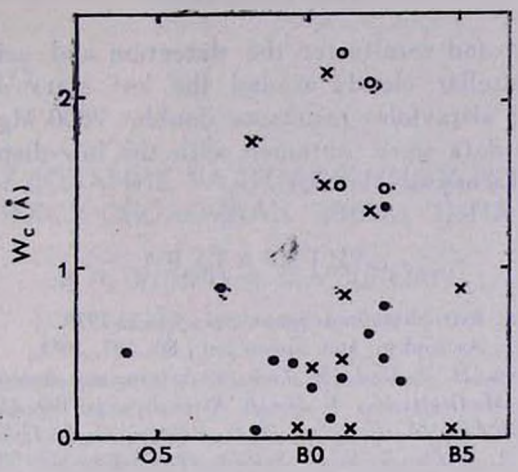

Рис. 2. Зависимость мощности околозвездного облака W_c от спектрального класса и класса светимости звезд. Точки — звезды главной последовательности (классы светимости V—IV), кружки — звезды-гиганты (III), крестики — сверхгиганты (I—II).

Сделанный вывод подтверждает заключения, сделанные ранее Гурзадяном [2], и это обстоятельство свидетельствует об эффективности данного подхода при решении задач подобного типа. Хорошее совпадение результатов по детектированию околозвездных облаков с помощью дублета 2800 Mg II, с использованием наблюдательного материала, отличающегося друг от друга по спектральному разрешению на порядок, следует отнести к высокой информативности самого дублета при решении подобных задач, вплоть до проведения массовой диагностики слабых звезд ранних классов на предмет выявления вокруг них околозвездных облаков, но на сей раз уже посредством широкоугольных камер в комбинации с объективной призмой, дающих разрешение порядка 5—10 A на $\lambda \sim 2800$ A.

Автор выражает благодарность профессору Г. А. Гурзадяну за полезные советы и конструктивное обсуждение результатов, а также А-Э. А. Сапару за ценные критические замечания.

Ереванский политехнический
институт

CIRCUMSTELLAR CLOUDS AROUND THE GROUP OF O—B STARS FROM THE DOUBLET 2800 MgII OBSERVATIONS

V. G. CHOLAKIAN

The method and results for the detection and estimatation of the power of circumstellar clouds around the hot stars of O—B classes with the help of ultravlolet resonance doublet 2800 MgII are described. The observation data were obtained with the low-dispersion camera of the space observatory of the IUE.

ЛИТЕРАТУРА

1. *G. A. Gurzadyan*, Astrophys. and Space Sci., 64, 3, 1979.
2. *G. A. Gurzadyan*, Astrophys. and Space Sci., 80, 197, 1981.
3. *M. A. J. Snijders, H. J. G. L. M. Lamers*, Astron. and Astrophys., 41, 245, 1975.
4. *Y. Kondo, J. L. Modisette, G. W. Wolf*, Astrophys. J., 199, 110, 1975.
5. *C. C. Wu, T. B. Ake, A. Bogges, R. C. Bohlin, C. L. Imhoff, A. V. Holm, Z. G. Levay, R. J. Panek, F. H. Seiffer, B. E. Turnose*, The IUE Spectral Atlas, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland 20771, News letter No. 22 (Special Edition), 1983.