УДК 524.31.01-75:523.15

Результаты спектроскопического мониторинга белых гипергигантов HD 168607 и HD 168625

Е.Л. Ченцов

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, п.Нижний Архыз, 369167, Россия

Аннотация. Результаты спектроскопического мониторинга гипергигантов HD 168607 (B9.5 Ia-0) и HD 168625 (B5.5 Ia-0), выполненного с разрешением от 15000 до 70000, подтверждают принадлежность обеих звезд к ассоциации Ser OB1, доказывают их пространственную близость и повышают вероятность того, что они составляют физическую пару.

Results of spectral monitoring of the white hypergiants HD 168607 and HD 168625

E.L. Chentsov

Special Astrophysical Observatory RAS, Nighnij Arkhyz, 369167 Russia

Abstract. The results of the spectroscopic monitoring with resolution 15000 up to 70000 of the hypergiants HD 168607 B9.5 Ia-0 and HD 168625 B5.5 Ia-0 confirm the membership of the both stars in the association Ser OB1, prove their spacial proximity and increase the probability that the stars are a physical pair.

1 Введение

Поводом к написанию этой заметки послужила статья Паскуали и др. (2002). В ней дан четвертый за последние десять лет вариант расстояния до HD 168625, "разъединяющий" пару гипергигантов HD 168607 — HD 168625.

Белые гипергиганты, звезды наивысшей светимости поздних подклассов B — ранних подклассов A, и в особенности встречающиеся среди них переменные типа LBV, очень редки. До сих пор не набирается и десяти таких объектов, принадлежащих Галактике, которые были бы описаны средствами спектроскопии высокого разрешения. Они разбросаны вдоль Млечного Пути от Киля до Кассиопеи более или менее равномерно, но есть бросающееся в глаза исключение. Это HD 168607 и HD 168625, расположенные на южной окраине туманности M 17 и отстоящие друг от друга всего на 1 угловую минуту. Основные данные о них приводятся в табл. 1.

Таблица 1: Основные данные о звездах

Звезда	α_{2000}	δ_{2000}	V	Sp	(B-V)$_o$	(B-V)	E(B-V)
HD 168607	18 21 12	−16 22 01	8.16	B9.5 Ia-0	0.01	1.44	1.43
HD 168625	18 21 16	−16 21 52	8.39	B5.5 Ia-0	−0.08	1.33	1.41

Примечания к таблице:
V и (B-V) – средние значения по ван Гендерену и др. (1992),
$(B-V)_o$ – по Фицджеральду (1970), Sp – по нашим оценкам.

Но можно ли считать пару физической? Или, в более мягкой форме: можем ли мы быть уверенными в том, что звезды принадлежат к одной ассоциации (по Хамфрис (1978) – к ассоциации Ser OB1)? Актуальность вопросов очевидна: в том случае, если удаленности и движения обеих звезд одинаковы, то, с одной стороны, их светимости и эволюционные статусы определяются более надежно, а с другой — облегчается уяснение кинематики их атмосфер и ветров. В частности, лучевые скорости относительно спокойной HD 168625 могли бы помочь при определении скорости центра массы (V_{sys}) очень нестабильной HD 168607.

Минимальное возможное линейное расстояние между HD 168607 и HD 168625, в случае их удаленности как членов Ser OB1 на 2.2 кпк (Хамфрис, 1978), составляет 0.6 пк. Такие широкие визуально-двойные пока не известны (Хальбвачс, 1983). Вместе с тем нельзя не принять во внимание малую вероятность случайного соседства таких выдающихся объектов. Она подсказывает положительный ответ, по крайней мере, на второй из поставленных вопросов. Однако в большинстве имеющихся публикаций даже на него отвечают отрицательно. Мы пытаемся решить проблему физической связи HD 168607 и HD 168625, опираясь на данные о лучевых скоростях, полученные в ходе их спектроскопического исследования. Хотя основная цель данной публикации — аргументировать ее положительное решение, показать, что объекты пространственно близки и физически связаны, мы считаем также необходимым обсудить и другие точки зрения. Поэтому в разделе 2 критически рассмотрены имеющиеся оценки расстояния до HD 168625. Далее, в разделе 3, описаны использованный нами спектральный материал и его обработка, в разделе 4 представлены полученные данные, а в разделе 5 — выводы из них.

2 Имеющиеся оценки расстояния до HD 168625

К настоящему времени из двух звезд больше внимания было уделено HD 168625, причем даже не самой звезде, а окружающей ее газово-пылевой туманности. Опубликованные к настоящему времени оценки расстояния до нее находятся в интервале от 0.4 до 2.8 кпк. Они сведены в табл. 2 и дополнены необходимыми комментариями.

Таблица 2: Оценки расстояния до HD 168625

d, кпк	Способ оценки	Ссылка
0.4	Тригонометрический параллакс	Гарсиа-Ларио и др. (2001)
1.2	Фотометрический параллакс	Роберто и Хербст (1998)
> 2.2	Кинематич. по $\mathrm{V_{sys}}$ туманности	Хатсемекерс и др. (1994)
2.8	Кинематич. по $\mathrm{V_{sys}}$ звезды	Паскуали и др. (2002)

Гарсиа-Ларио и др. (2001) сочли возможным использовать параллакс из каталога Hipparcos (ЕСА, 1997), основываясь на специфическом распределении энергии в ИК-области спектра и на обнаруженном ими избытке азота в атмосфере звезды (при дефиците углерода). Они относят HD 168625 к маломассивным звездам в стадии post-AGB, светимость котоых на несколько величин ниже светимости гипергигантов. Однако для HD 168625 ошибка измерения параллакса пока близка к его величине: $\pi = 0\overset{''}{.}0024 \pm 0\overset{''}{.}0012$ (ЕСА, 1997). Для соседней HD 168607 параллакс по ЕСА (1997) в пределах ошибок совпадает с параллаксом HD 168625: $0\overset{''}{.}0020 \pm 0\overset{''}{.}0012$. Но соответствующая ему абсолютная величина ($\mathrm{M_v} \approx -4.5$) оказывается в резком противоречии с фотометрическими и спектроскопическими признаками гипергиганта и даже LBV, которые у HD 168607 выражены гораздо сильнее, чем у HD 168625 (ван Гендерен и др., 1992; Ченцов и др., 2003). Что касается указанной аномалии химсостава, то она встречается и у B-сверхгигантов (Леннон и др., 1993), и Нота и др. (1996), найдя ту же аномалию в оболочке HD 168625, сочли ее свидетельством того, что центральной звездой пройдена стадия красного сверхгиганта.

По Робберто и Хербсту (1998) HD 168625 также существенно ближе, чем HD 168607. Использовав свои фотометрические данные и модельные параметры атмосферы, полученные Нота и др. (1996), они пришли к расстоянию 1.2 кпк и, естественно, сильно занизили светимость: $M_v = -7.2$ (это абсолютная величина сверхгиганта класса светимости Ia). По поводу этого результата было высказано недоумение авторами использованных модельных расчетов, которые проводились, исходя из расстояния 2.2 кпк (Паскуали и др., 2002).

Рассмотренные оценки удаленности HD 168625 не согласуются с данными о росте межзвездного поглощения с расстоянием в интересующем нас направлении. Для HD 168607 и HD 168625 поглощение одинаково, $\mathrm{A_v} \approx 4.7$. По Некелю и Кларе (1980) его не могут испытывать звезды, находящиеся ближе 1.5 кпк. А у O-звезд и B-сверхгигантов к югу от M 17, удаленных от наших объектов не более, чем на $1\overset{\circ}{.}5$, поглощение остается вдвое меньшим, чем у них, до расстояния 2-3 кпк.

Хатсемекерс и др. (1994) помещают HD 168625 дальше HD 168607, основываясь на эффекте галактического вращения. Лучевая скорость в направлении нашей пары ($\mathrm{l} = 15^{\circ}$, $\mathrm{b} = -1^{\circ}$) нарастает с расстоянием, по крайней мере, до 2.5 кпк (Бранд и Блиц, 1993), а $\mathrm{V_{sys}}$, найденная авторами для туманности, окружающей HD 168625, превышает опубликованные значения скоростей как для HD 168607, так и для M 17. Кроме того, по их данным линии межзвездного натрия в спектре HD 168625 также показывают большую скорость, чем в спектре HD 168607. Однако точное определение $\mathrm{V_{sys}}$ для туманности HD 168625 затруднено ее геометрической и кинематической сложностью. Известны три ее оценки: +14 км/с (Хатсемекерс и др., 1994), +23 км/с (Нота и др., 1996) и +6 км/с (Паскуали и др., 2002), скорости гелиоцентрические. Если отбросить значение Нота и др. как полученное с более низким разрешением, и принять последнее из оставшихся или даже среднее из них, HD 168625 вновь “приблизится” к Солнцу и к HD 168607.

Наконец, по Паскуали и др. (2002) кинематическое расстояние до HD 168625 еще более превосходит расстояние до HD 168607. В отличие от Хатсемекерс и др. (1994) авторы используют лучевую скорость, найденную по фотосферным абсорбциям в спектре звезды. Вступая в противоречие со своей оценкой расстояния, они используют как дополнительный аргумент против физической связи HD 168607 и HD 168625 различие их собственных движений из каталога Hipparcos, которые, как и параллаксы, теряются в ошибках измерения. Разумнее сравнивать лучевые скорости, точность измерения которых не зависит от расстояния. Оценка Паскуали и др. (2002), вероятно, завышена: светимость, соответствующая 2.8 кпк ($M_v \approx -9.5$), неприемлемо высока для HD 168625. Светимостью такого уровня обладает Cyg OB2-12, ярчайший из известных белых гипергигантов Галактики. Его спектральный класс — B5 Ia-0 — практически тот же, что у HD 168625, но различия в их спектрах, вызванные отличием светимостей на целую величину, заметны даже на глаз (Клочкова и др., 2003).

Таким образом, возражения против совместного образования и пространственной близости HD 168607 и HD 168625 противоречивы и неубедительны. Но можно ли уже сегодня, не дожидаясь повышения на порядок точности астрометрических измерений, привести убедительные аргументы в пользу физической природы пары? Мы полагаем, что таким аргументом могут послужить результаты проведенного нами спектроскопического мониторинга обеих звезд.

3 Спектральный материал и его обработка

Поскольку объекты спектрально-переменны,— настолько, что отнесены к переменным типа S Dor (ван Гендерен, 2001) — мониторинг должен был быть достаточно продолжительным, особенно для более активной HD 168607. Поскольку, далее, важная информация может быть извлечена из профилей не только звездных, но и межзвездных линий и узких межзвездных полос (DIB), было необходимо хотя бы часть наблюдений провести с достаточно высоким спектральным разрешением.

Нами использовано 13 спектров HD 168607, полученных в период с 1992 г. по 2002 г. и 6 спектров HD 168625, полученных с 1997 г. по 2002 г. с помощью нескольких эшелле-спектрометров, снабженных матрицами ПЗС. Результаты обработки спектров, полученных нами ранее на фотопластинках (Ченцов и Лууд, 1989), хотя и не противоречат новым, но менее точны и здесь не привлекаются. В первых трех колонках табл. 3 приведены дата получения спектра, применявшийся спектрометр и рабочий спектральный интервал. В примечаниях к таблице даны краткие сведения о спектрометрах: телескоп, фокус, спектральное разрешение, ссылка на статью с детальным описанием.

После экстракции из двумерных изображений спектров их одномерных фрагментов, соответствующих отдельным порядкам, дальнейшая обработка (проведение континуума, построение дисперсионных кривых, позиционные и фотометрические измерения) велась с помощью программы DECH 20 (Галазутдинов, 1992). В частности, положения нужных деталей линий измерялись путем совмещения прямых и зеркальных изображений их профилей. Учет и коррекция инструментальных сдвигов, особенно актуальные при сопоставлении лучевых скоростей, полученных на разных инструментах в течение длительного времени, осуществлялись с помощью теллурических линий O_2 и H_2O. Остаточные систематические ошибки не превышают для спектрометра PFES 2 км/с, а для остальных спектрометров 1 км/с.

4 Лучевые скорости по звездным и межзвездным линиям

Обсуждаемые ниже лучевые скорости — гелиоцентрические. Они измерены по ядрам абсорбций и пикам эмиссий. Остаточные интенсивности наиболее слабых из них, для которых еще

Таблица 3: Данные о спектрах и гелиоцентрические лучевые скорости

Дата	Спектрометр	$\Delta\lambda$, нм	V_r, км/с				
			P Cyg	Абс. (r $\to$ 1)	Эмес. FeII	М.З. NaI	DIB
		HD 168607					
14.08.92	L	458 – 595	−95	16	12:	1	7:
28.05.94	L	515 – 710	−130	7	10:	2	6:
18.06.95	C1	480 – 670	−120	10	10	–	8
10.08.95	L	480 – 675	−130	9	10	1	8
4.07.96	P	515 – 790	−120	9	8	1	8
21.07.97	L	540 – 670	−105	12	9:	3	8:
19.06.98	P	410 – 770	−140	16	10	1	8
8.07.98	P	445 – 770	−145	9	9	1	8
14.08.98	C2	430 – 980	−110	10	8	−7, 5	8
24.06.00	L	470 – 633	−100	11	10:	1	8
4.06.01	P	455 – 790	−105	10	7:	0	8
29.07.02	N	458 – 595	−120	17	11:	−7, 6	7:
27.09.02	MD	545 – 670	−130	9	9	−7, 5	8
			Средние:	11.5 ± 0.8	9.2 ± 0.4		7.8 ± 0.2
		HD 168625					
23.07.97	L	540 – 670	−90 :	12	–	1	8:
19.06.98	P	410 – 770	−165	12	10:	1	8
4.06.99	L	516 – 670	−150	16	–	−7, 6	9
24.06.00	L	470 – 633	−50	11	–	1	8
29.07.02	N	458 – 595	−16	9	–	−7, 6	8
27.09.02	MD	545 – 670	−45	8	8:	−8, 7	7
			Средние:	11. ± 1.0	9:		8.0 ± −0.2

Примечания к таблице:
P – спектрометр PFES в первичном фокусе 6-м телескопа САО РАН, R=15000 (Панчук и др., 1998),
L – спектрометр LINX в фокусе Нэсмита 6-м телескопа САО РАН, R=25000 (Панчук и др., 1999),
C1 – спектрометр в фокусе кудэ 1-м телескопа САО РАН, R=40000 (Мусаев, 1996),
C2 – кудэ-спектрометр 2-м телескопа обсерватории Терскол, R=40000 (Мусаев и др., 1999),
MD – спектрометр в фокусе Кассегрена 2.1-м телескопа обсерватории Мак-Дональд,
R=64000 (Маккарти и др., 1993),
N – спектрометр NES в фокусе Нэсмита 6-м телескопа САО РАН, R=70000 (Панчук и др., 2002).

удавалось получить скорости с приемлемой погрешностью (2–3 км/с), r = 0.98 и r = 1.02, соответственно.

Поскольку для разрешения интересующего нас вопроса необходимы лучевые скорости центров масс звезд, V_{sys}, мы не могли ограничиться измерением отдельных линий, как это сделано в некоторых из цитированных выше работ, а должны были сопоставлять скорости, получаемые по достаточно большому набору абсорбций и эмиссий. Прямое измерение V_{sys} для наших объектов невозможно. Кроме того, что оба они спектрально-переменны, различные линии в их спектрах всегда показывают дифференциальные сдвиги, т.к. области их формирования простираются от пульсирующих фотосфер до нестационарных ветров. Специфика спектров подробнее отражена в атласе Ченцова и др. (2003), здесь мы отметим лишь их основные особенности.

Линии первых членов серии Бальмера в спектрах обеих звезд ветровые. Абсорбционные составляющие их P Cyg-профилей обычно расщеплены на несколько компонентов. Профили Hα, представленные на рис. 1 вместе с профилями некоторых других линий, имеют по три компонента. В спектре HD 168607 форму и параметры абсорбционных составляющих бальмеровских линий повторяют (причем более выразительно) линии Fe II. На рис. 1 это видно на примере линии Fe II(42) 5169 Å. Ее низкоскоростной компонент, дающий $V_r = -14$ км/с, глубже остальных двух, а в профиле Hα он теряется на крутом синем склоне эмиссии. Подобные профили, показывающие сравнительно небольшие скорости расширения, характерны для медленных плотных ветров гипергигантов. Лучевые скорости, относящиеся к наиболее синесмещенным абсорбционным компонентам, V_r (P Cyg), приводятся в 4-й колонке табл. 3.

Обратимся теперь к фотосферным абсорбциям HeI, CII, NII и некоторых более тяжелых

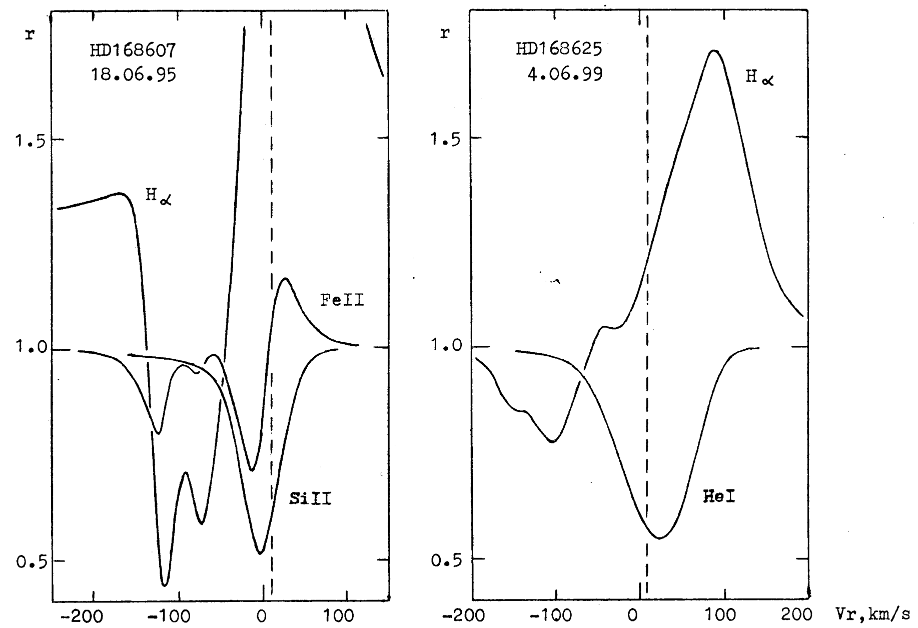

Рис. 1: Профили линий Hα, FeII(42) 5169 Å и SiII(2) 6347 Å в спектре HD168607, полученном 18.06.95, и линий Hα и HeI(11) 5876 Å в спектре HD 168625, полученном 4.06.99. Вертикальными штриховыми прямыми отмечены скорости центров масс звезд.

ионов. Можно ожидать, что скорости, найденные по самым слабым из них, формирующимся глубже других линий, окажутся наиболее близкими к скорости звезды в целом. У них не заметно асимметрии профилей. Она появляется у более сильных абсорбций: поглощение в основании ветров углубляет и вытягивает их синие крылья. Это видно на рис. 1 в профилях линий SiII(2) 6347 Å и HeI(11) 5876 Å, самых глубоких абсорбций в спектрах HD 168607 и HD 168625 соответственно. На рис. 2 представлены зависимости V_r, измеренные по отдельным линиям или компонентам, от их остаточных интенсивностей r. Видно смещение более сильных линий относительно слабейших, нарастающее с глубиной линии. Чтобы по возможности приблизиться к V_{sys}, мы экстраполировали зависимости $V_r(r)$ к уровню континуума ($r \to 1$). Полученные таким образом величины $V_r(r \to 1)$ приводятся в 5-й колонке табл. 3. Заметим, что для HD 168625 близкое к табличным значение скорости (10 ± 2 км/с) получается из приводимого в работе Паскуали и др. (2002) рис. 9 привязкой дублета CII(2) к соседним теллурическим линиям. Изменения V_r ($r \to 1$) со временем реальны, но их амплитуды по нашим данным не превышают 10 км/с, а средние значения для обеих звезд в пределах ошибок одинаковы: 11.5 км/с.

Для оценки V_{sys} более ценны стационарные симметричные эмиссии FeII красной и ближней инфракрасной областей спектра (6318, 7513 ÅÅ и др.). По-видимому, они испускаются протяженными оболочками звезд (имеются в виду оболочки, на несколько порядков меньшие околозвездной туманности HD 168625 и не видимые на прямых снимках). В спектре HD 168625 эти эмиссии едва заметны, измеримы только 2–3 из них, в спектре HD 168607 они гораздо сильнее, и в наиболее удачных случаях скорости получены для 8–10 линий. На рис. 3 участок спектра HD 168607, содержащий эмиссии FeII 6318, 6384 и 6385 ÅÅ, сравнивается с тем же участком спектра HD 168625, в котором они не видны. На рис. 2 скорости, полученные по чистым эмиссиям FeII, показаны горизонтальными черточками на $r = 1.0$. Средние для каждого спектра значения этих скоростей, V_{em}, приведены в 6-й колонке табл. 3. Небольшие изменения V_{em} от даты к дате, в отличие от V_r ($r \to 1$), вызваны только ошибками измерений. Среднее по всему материалу значение для HD 168607 (9.2 ± 0.4 км/с) совпадает с таковым для HD 168625 (9:), однако

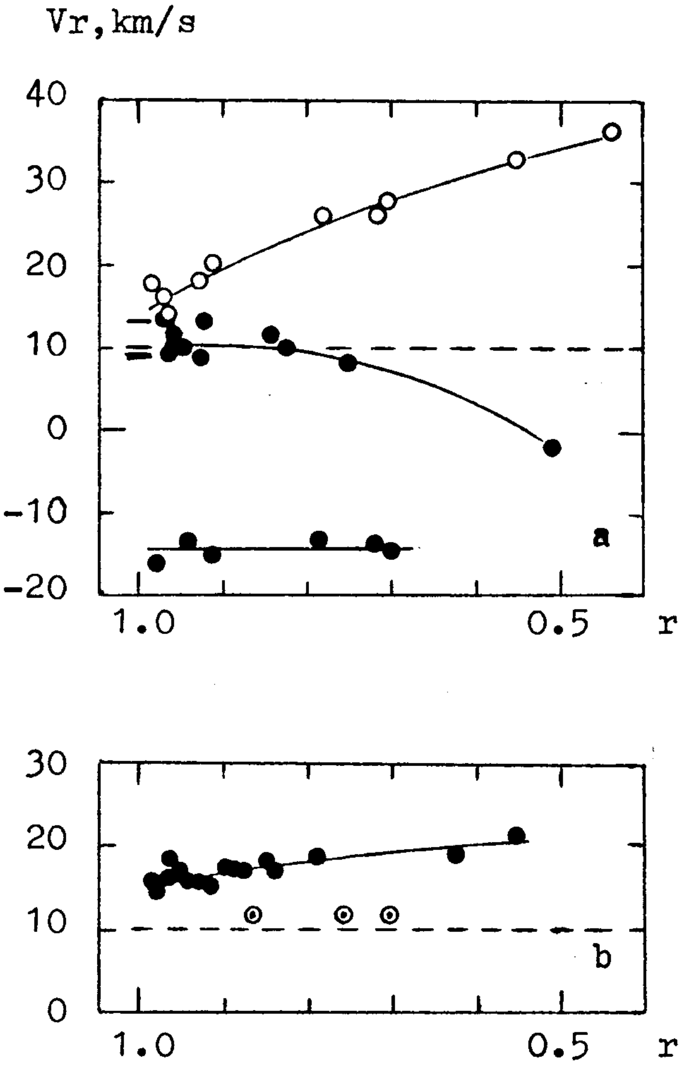

Рис. 2: Зависимости гелиоцентрических лучевых скоростей от остаточных интенсивностей абсорбций или абсорбционных компонентов P Cyg-профилей. Каждый значок соответствует отдельной линии. a) HD 168607 18.06.95. Открытые кружки – эмиссионные компоненты P Cyg-профилей; заполненные кружки: нижняя кривая – длинноволновые абсорбционные компоненты P Cyg-профилей (зависимости для коротковолновых компонентов со скоростями -75 и -120 км/с не приведены), средняя кривая – абсорбции HeI, CII и др., кружок на правом конце кривой (r = 0.5) – линия SiII 6347, профиль которой показан на рис.1. Горизонтальные черточки на r = 1.0 – стационарные эмиссии FeII. b) HD 168625 4.06.99. Заполненные кружки – абсорбции HeI, CII и др., кружок на правом конце кривой (r = 0.54) – линия HeI 5876, ее профиль показан на рис. 1; кружки с точками – абсорбции FeII(42) и SiII(2). Горизонтальными штриховыми прямыми отмечены скорости центров масс звезд.

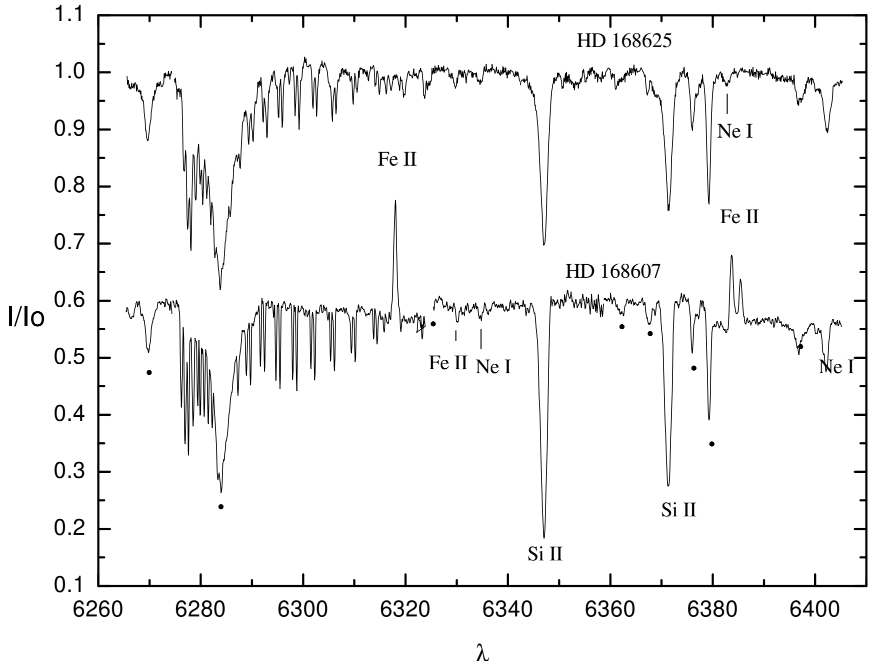

Рис. 3: Сравнение спектров HD 168607 и HD 168625 в области стационарных эмиссий FeII 6318, 6384 и 6385 Å. Дано отождествление звездных линий, точками помечены DIB. Неотмеченные узкие абсорбции – теллурические линии O_2.

необходимо оговориться, что для первой звезды оно установлено намного надежнее, чем для второй. Дело не только в разном количестве измерений — в случае HD 168607 дополнительную информацию дают упомянутые выше многочисленные линии FeII с P Cyg-профилями. Скорости, измеренные по вершинам их эмиссионных компонентов (открытые кружки на рис. 2), однозначно связаны с интенсивностями абсорбционных компонентов: чем они слабее, тем скорости меньше. Как видно из рис. 2, предельно низкие значения V_r сближаются с V_{em} и уточняют их.

Итак, из совокупности рассмотренных данных о скоростях, полученных по абсорбционным и эмиссионным линиям, следует, что для обеих звезд можно принять одно и то же значение скорости центра массы. Опираясь только на эмиссии, следовало бы считать $V_{sys} = 9$ км/с. Важно отметить, что эта величина совпадает со средней лучевой скоростью туманности M 17 по Клейтону и др. (1985). Но поскольку для HD 168625 измерения скоростей по эмиссиям пока неточны, мы склоняемся к более осторожной оценке: $V_{sys} = 10 \pm 1$ км/с. На рис. 1 и 2 это значение отмечено прерывистыми прямыми.

Межзвездные линии и полосы весьма сильны в спектрах рассматриваемых звезд, причем, что особенно важно, у обеих звезд сильны практически одинаково. Это демонстрируют рис. 4 и 5. Линии NaI (1) при высоком разрешении и после устранения вклада теллурического спектра H_2O распадаются на несколько компонентов. Единственное заметное на рис. 4 различие профилей у двух звезд – слабая депрессия на $V_r \approx 35$ км/с у HD 168625, которая, однако, не может свидетельствовать о большей удаленности этой звезды, т.к. ее собственная скорость значительно меньше. У остальных компонентов совпадают и положения и глубины. Два наиболее глубоких из них, фиксирующие наличие двух основных скоплений газа на луче зрения, отстоят друг от друга на 14 км/с. Красно-смещенный компонент ($V_r \approx 6$ км/с), формирующийся на луче зрения дальше сине-смещенного ($V_r \approx -7$ км/с), более глубок. Это лучше заметно не в насыщенных линиях NaI, а в более слабой линии KI (к сожалению, мы располагаем ее хорошо

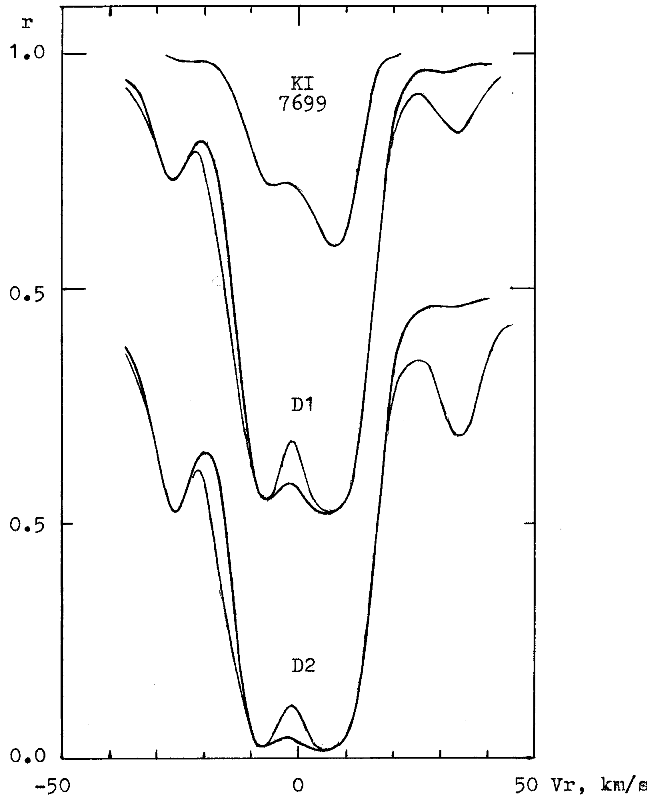

Рис. 4: Профили межзвездных линий, сверху вниз: KI(1) 7699 Å в спектре HD 168607 с разрешением 40000, NaI(1) 5896 и 5889 ÅÅ в спектрах HD 168607 (жирная линия) и HD 168625 (тонкая линия) с разрешением 70000. Теллурические линии исключены.

прорисованным профилем только для HD 168607) и в узких DIB.

Недавно было показано, что узкие DIB обладают собственной тонкой структурой (Галазутдинов и др., 2002). В нашем случае они к тому же раздвоены галактическим вращением – так же, как линии NaI и KI. На рис. 5 можно видеть результат совместного действия обоих эффектов на примере DIB 6614 Å, состоящей из трех основных компонентов и еще нескольких более слабых. Профили в спектрах двух звезд повторяют друг друга во всех деталях, что вряд ли имело бы место при значительных различиях в их удаленности и в количестве вещества на лучах зрения.

Последнее справедливо также и в отношении межзвездной пыли. Как видно из табл. 1, разница в показателях цвета звезд компенсируется различием их собственных цветов.

7-я колонка табл. 3 содержит значения V_r для NaI (1). В тех случаях, когда позволяло разрешение, скорости измерены для двух основных компонентов, в остальных случаях — для линий в целом. В последней, 8-й колонке приводятся V_r, измеренные по ядрам наиболее узких DIB, 5797, 6196 ÅÅ и др. Эффективные длины волн для них взяты из атласа Галазутдинова и др. (2000). Положения межзвездных линий и полос по сравнению с положениями слабых звездных линий определяются точнее, однако и по ним наши измерения не выявили различий средних значений скоростей для двух звезд.

Небольшое систематическое расхождение V_r для DIB и красно-смещенных компонентов линий NaI может быть связано с неточностью лабораторных длин волн первых и с блендированием вторых соседними сине-смещенными компонентами (у DIB и линий KI скорости одинаковы). То, что V_r для межзвездных линий и DIB несколько меньше V_{em} и, следовательно,

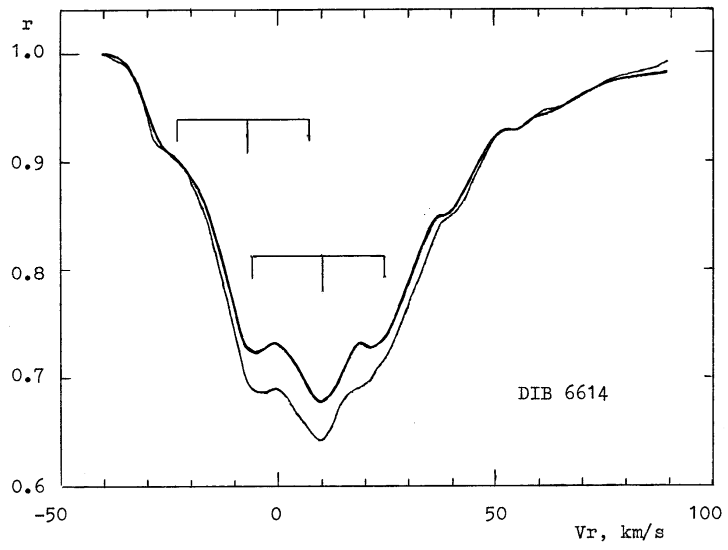

Рис. 5: Профили DIB 6614 Å с разрешением 64000 в спектрах HD 168607 (жирная линия) и HD 168625 (тонкая линия). Вертикальными штрихами показаны компоненты полос и их доплеровский сдвиг.

меньше V_{sys}, естественно: эффективное расстояние даже до дальних межзвездных облаков меньше расстояния до нашей пары звезд.

5 Заключение

Попытки "разъединения" пары HD 168607, HD 168625 не находят спектроскопической поддержки. По крайней мере, четыре наблюдательных факта препятствуют принятию версии об их случайном соседстве на небе:

- отчетливые спектроскопические проявления экстремально высокой светимости у обеих звезд,
- одинаковое межзвездное покраснение,
- совпадение лучевых скоростей центров масс звезд,
- совпадение профилей межзвездных линий и DIB и найденных по ним лучевых скоростей.

Два первых аргумента, вообще говоря, более слабые. Их можно обойти, предположив, что покраснение более близкой из звезд отчасти околозвездного происхождения и что она относится к звездам малой массы, имеющим спектры, похожие на спектры гипергигантов. На эту роль больше подходит HD 168625: она обладает ИК-избытком и окружена туманностью, в то время, как у HD 168607 то и другое отсутствует. Но такое предположение не согласуется с третьим и четвертым фактами. Значительная разница в расстояниях неизбежно проявилась бы в различии лучевых скоростей звезд и профилей межзвездных линий и полос. Разумеется, физическую пару способно "разрушить" и незначительное различие расстояний, допускаемое естественным интервалом светимостей гипергигантов, но оно не отменяет главного — принадлежности обеих звезд к одной группировке, т.е. их общего происхождения, близости их возрастов и т.д.

Таким образом, наши новые спектроскопические данные позволяют вполне уверенно говорить о пространственной близости HD 168607 и HD 168625 друг к другу и об их принадлежности к ассоциации Ser OB1, а также указывают на весьма вероятную связь этих гипергигантов с комплексом M 17. Они, если и не доказывают окончательно, что HD 168607 и HD 168625 составляют физическую пару, то во всяком случае значительно повышают вероятность их физической связи. Перспектива дальнейшего уточнения ситуации наблюдательными средствами связана прежде всего с получением спектров высокого разрешения для соседних звезд (в частности для звезд комплекса M 17) и изображений объектов с миллисекундным разрешением.

Благодарности

Автор благодарен С.В. Ермакову, В.Г. Клочковой, В.Е. Панчуку, Г.А. Галазутдинову, Ф.А. Мусаеву и А.С. Мирошниченко за предоставление спектрального материала и Н.С. Таволжанской за помощь в подготовке рукописи в LATEX'е. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 02-02-16085а), программы "Астрономия" и программы фундаментальных исследований Отделения физических наук РАН "Протяженные объекты во Вселенной" (подпрограмма "Спектроскопия протяженных оболочек звезд на поздних стадиях эволюции").

Список литературы

Бранд и Блиц (Brand J., Blitz L.), 1993, Astron. Astrophys.**275**, 67

ван Гендерен (van Genderen A.M.), 2001, Astron. Astrophys.**366**, 508

ван Гендерен и др. (van Genderen A.M., van den Bosh F.C., Dessing F., Fehmers G.C., van Grunsven J., van der Heiden R., Janssens A.M., Kalter R., van der Meer R.L.J., van Ojik R., Smit J.M., Zijderveld M.J.), 1992, Astron. Astrophys.**264**, 88

Галазутдинов Г.А., 1992, Препринт Спец. Астрофиз. Обсерв. № 92

Галазутдинов и др. (Galazutdinov G.A., Musaev F.A., Krelowski J., Walker G.A.H.), 2000, Publ. Astr. Soc. Pacific**112**, 648

Галазутдинов и др. (Galazutdinov G.A., Stachowska W., Musaev F.A.,Monton C., Lo Curto G., Krelowski J.), 2002, Astron.Astrophys., **396**, 987

Гарсиа-Ларио и др. (Garcia-Lario P., Sivarani T., Parthasarathy M., Manchado A.), 2001, Post-AGB Objects as a phase of stellar evolution (Ed. R. Szczerba, S.K. Gorny, Dordrecht: Kluwer Acad. Publ.,2001), p.309

ЕСА (ESA), The Hipparcos and Tycho Catalogues, SP-1200, 1997, **8**, 1806

Клейтон и др. (Clayton C.F., Ivchenko V.N., Meaburn J., Walsh J.R.), 1985, MNRAS, **216**, 761

Клочкова В.Г., Ченцов Е.Л., Таволжанская Н.С., Проскурова Г.А., 2003, Спектральный атлас трех B–звезд высокой светимости. Препринт Спец. Астрофиз. Обсерв., № 183

Леннон и др. (Lennon D.J., Dufton P.L., Fitzsimmons A.), 1993, Astron. Astrophys.Suppl.Ser., **97**, 559

Маккарти и др. (McCarthy J.K., Brendan A., Sandiford A., Boyd D., Booth J.), 1993, Publ. Astr. Soc. Pacific, **105**, 881

Мусаев Ф.А., 1996, Письма в Астрон. журн. **22**, 795

Мусаев Ф.А., Галазутдинов Г.А., Сергеев А.В., Карпов Н.В., Подъячев Ю.В., 1999, Кинематика и физика небесных тел, **15**, 3

Некель, Кларе (Neckel T., Klare G.), 1980, Astron.AStrophys.Suppl.Ser., **42**, 251

Нота и др. (Nota A., Pasquali A., Clampin M., Pollacco D., Scuderi S., Livio M.), 1996, Astrophys.J., **473**, 946

Панчук и др. (Panchuk V.E., Najdenov I.D., Klochkova V.G., *et al.*), 1998, Bull. Spec. Astrophys. Obs.**44**, 127

Панчук В.Е., Клочкова В.Г., Найденов И.Д., Витриченко Э.А., Романенко В.П., 1999, Препринт САО РАН, N 139

Панчук В.Е., Пискунов Н.Е., Клочкова В.Г. и др., 2002, Препринт Спец. Астрофиз. Обсерв., № 169

Паскуали и др. (Pasquali A., Nota A., Smith L.J., Akiyama S., Messineo M., Clampin M.), 2002, Astron. J., **124**, 1625

Робберто, Хербст (Robberto M. and Herbst T.M.), 1998, Astrophys. J., **498**, 400

Фицджеральд (FitzGerald M.P.), 1970, Astron. Astrophys., **4**, 234

Хальбвачс (Halbwachs J.L.), 1983,Astron. Astrophys., **128**, 399

Хамфрис (Humphreys R.M.), 1978, Astrophys. J. Suppl. Ser., **38**, 309

Хатсемекерс и др. (Hutsemekers D., van Drom E., Gosset E., Melnik J.), 1994, Astron. Astrophys., **290**, 906

Ченцов Е.Л., Лууд Л.С., 1989, Астрофизика, **31**, 5

Ченцов и др. (Chentsov E.L., Ermakov S.V., Klochkova V.G., Panchuk V.E., Bjorkman K.S., Miroshnichenko A.S.),2003, Astron. Astrophys., **397**, 1035