

УДК 524.31.01/08

ПАРА LBV-ЗВЁЗД В АССОЦИАЦИИ SER OB1 A

© 2016 Е. Л. Ченцов*, О. В. Марьева

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 18 ноября 2015 года; принята в печать 25 апреля 2016 года

По концентрации звёзд, холодного газа и пыли в направлении $l = 14^\circ 7'$; $b = -0^\circ 9'$ подтверждено существование ассоциации Ser OB1 A на расстоянии около 2.1 кпс от Солнца и описана её структура. Для 29 звёзд ассоциации и её окрестностей представлены данные о лучевых скоростях и профилях звёздных и межзвёздных линий, полученные из оригинальных спектров высокого разрешения и собранные из литературы. Приведены новые спектроскопические сведения об уникальной паре HD 168607 и HD 168625, включающие свидетельства принадлежности обеих звёзд к классу голубых переменных высокой светимости (LBV), подтверждающие их взаимную пространственную близость и принадлежность к Ser OB1 A, а также указывающие на их участие в эволюции ассоциации.

Ключевые слова: *звезды:индивидуальные:HD 168607 — звезды:индивидуальные:HD 168625*

1. ВВЕДЕНИЕ

Гипергиганты — очень малочисленная группа звёзд, а HD 168607 (B8.5 Ia-0) и HD 168625 (B5.0 Ia-0) отнесены к еще меньшей их подгруппе — голубым переменным высокой светимости (далее в тексте — LBV) [1, 2]. При этом угловое расстояние между ними всего около одной минуты, а линейное, по-видимому, не превышает 1 пк [3].

В изучении подобных объектов помогает их принадлежность к звездным группировкам, более стабильные члены которых позволяют оценить светимости, лучевые скорости центров масс и другие важные параметры гипергигантов. Одновременно исследуется влияние последних на межзвездную среду и звездообразование в их окрестностях. По галактическим координатам ($l \sim 15^\circ$; $b \sim -1^\circ$) и удаленности ($d \sim 2$ кпс) исследуемая пара отнесена к большой звёздной ассоциации Ser OB1 [4]. Однако использование членства в ассоциации проблематично, поскольку само существование такой звёздной группировки сомнительно.

Ассоциация Ser OB1 (первоначальное наименование «Стрелец II») имеется уже в предварительном списке O-ассоциаций Галактики, предложенном В. А. Амбарцумяном в 1949 г. [5]. Несмотря на серьезную критику Б. А. Воронцова-Вельяминова («...облако горячих гигантов в Стрельце совершенно произвольно разделено на две соприкасающиеся ассоциации...» [6]), ее параметры воспроизведены без изменений в ревидированном списке комиссии № 37 Международного

астрономического союза (МАС) 1966 г. [7], а позднее, в 1978 г., использованы Хэмфрис [4]. Произвольность линии раздела Ser OB1 и соседней ассоциации Sgr OB1 стала еще более очевидной после обнаружения пересекающего эту линию протяженного молекулярного облака [7]. В отличие от ряда других ассоциаций Ser OB1 вряд ли можно считать физической группой, скорее это лишь «делянка» на небе: 5° вдоль галактического экватора на 3° градуса поперек него ($l = 14^\circ - 19^\circ$; $b = -1.5^\circ - (+1.5^\circ)$). Нам не известно ни одной публикации, посвященной Ser OB1 в целом, тогда как находящиеся в ее границах комплексы M 16 (NGC 6611) и M 17 (NGC 6618) многократно и тщательно исследованы. Более того, предложено несколько вариантов разделения ассоциации на более компактные группы звезд. Это «агрегаты» Моргана и др. [8], «видимые группировки горячих звезд» Копылова [9], наконец, предложенные Мельник и Ефремовым [10] «новые OB-ассоциации» Ser OB1 A и Ser OB1 B, изолированные друг от друга и занимающие на небе около одного квадратного градуса каждая.

HD 168607 и HD 168625 попадают в границы Ser OB1 A, поэтому далее будем рассматривать только эту ассоциацию ($14^\circ < l < 15^\circ 5'$; $-1^\circ 5' < b < 0^\circ 5'$). Находится ли эта пара гипергигантов в объеме Ser OB1 A так же, как комплекс M 17 и, если да, то каково ее участие в процессах, протекающих в ассоциации? Не претендуя на получение исчерпывающих ответов на эти вопросы, мы полагаем, что полученная нами спектроскопическая информация окажется полезной для:

*E-mail: echen@sao.ru

- описания пространственного распределения и кинематики звёзд и межзвёздной среды к юго-западу от M 17,
- уточнения эволюционного статуса самих гипергигантов и
- выявления их возможного взаимодействия с окружающей средой.

2. НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ И ЕГО ОБРАБОТКА

Спектроскопия семи звёзд, близких к HD 168607 и HD 168625, была выполнена на 6-м телескопе Специальной астрофизической обсерватории РАН (САО РАН) с помощью эшелле-спектрографа НЭС [11], расположенного в фокусе Несмита. Кроме того, в библиотеке Южной европейской обсерватории [12] были найдены обработанные спектры звёзд HD 169454 и HD 171432, полученные со спектрографом UVES на телескопе VLT. Спектральное разрешение НЭС и UVES около 60 000 и 70 000 соответственно. Даты наблюдений и спектральные диапазоны приведены в таблице 1.

Первичная редукция данных (удаление следов космических частиц, деление на плоское поле и т.д.) проведена в среде MIDAS. Одномерные спектры экстрагированы из двумерных эшелле-кадров с помощью модифицированной процедуры ECHELLE [13] пакета программ MIDAS. Дисперсионные кривые построены по спектрам ThAg-лампы с полым катодом. Контроль и коррекция позиционного рассогласования спектров звезды и лампы выполнены по теллурическим линиям, остаточные систематические ошибки полученных лучевых скоростей не превышают 1 км с^{-1} .

Для исследования спектральной переменности LBV-звёзд HD 168607 и HD 168625, кроме ранее опубликованных в работе [3] спектров, были использованы данные, полученные на 6-м телескопе САО РАН и на 1.5-м Российско-Турецком Телескопе (РТТ) в комбинации с кудэ-эшелле-спектрографом CES¹. Кроме того, из библиотеки спектрографа UVES [12] были взяты два спектра HD 168607 и HD 168625, полученные в 2001 г.

Сведения о наблюдательном материале приведены в таблице 2. Окончательные измерения спектров выполнены с помощью традиционно используемого в САО РАН пакета процедур DECH20 [14], позволяющего, в частности, измерять лучевую скорость путем взаимного сдвига по длине волны прямого и зеркального изображений профиля линии. Лабораторные длины

волн для звездных и межзвездных линий взяты из базы данных атомных линий NIST²; в случаях тесных дублетов, триплетов и некоторых blends использованы эффективные длины волн из [15] и работ, цитируемых в этой статье. Для диффузных межзвездных полос (DIBs) использованы длины волн из [16] как наиболее надёжные.

3. ЗВЁЗДЫ И ХОЛОДНЫЙ ГАЗ В РАЙОНЕ SER OBI A

Искомая скорость центра массы O-звезды или В-сверхгиганта, к которым относятся изучаемые нами объекты, не может быть получена простым усреднением оценок лучевой скорости V_r по отдельным линиям, сформированным в их нестабильных атмосферах. Поэтому для каждого спектра строился график зависимости лучевой скорости от остаточной интенсивности абсорбции (r), по которой она измерялась ($V_r(r)$), и по нему находился предел, к которому приближается V_r при стремлении r к 1 (восьмая колонка таблицы 1). Близкие значения V_r дают также чистые звездные эмиссии, если они присутствуют в спектре (девятая колонка таблицы 1). Две последние колонки таблицы 1 содержат лучевые скорости для H β и H α .

Если исключить гипергиганты HD 169454 и HD 168625, у остальных относительно стабильных звезд величины V_r , измеренные по разным линиям, различаются мало, причем в основном за счет небольших сдвигов H β и H α в синюю сторону (свидетельство расширения атмосфер). Отличия наших данных от имеющихся в литературе для большинства звёзд невелики ($5\text{--}10 \text{ км с}^{-1}$). Исключениями являются BD $-16^\circ 4826$ и HD 168571. Согласно [17], BD $-16^\circ 4826$ — спектрально-двойная SB1 с параметрами: $\gamma = 11 \text{ км с}^{-1}$, $K = 13 \text{ км с}^{-1}$. Эмиссии от зоны H II комплекса M 17, заметные в нашем спектре этой звезды, дают $V_r = 10 \text{ км с}^{-1}$, что практически совпадает с γ -скоростью, но расхождение с ней нашего значения скорости самой звезды ($82 \pm 2 \text{ км с}^{-1}$) остается необъяснимым. Не исключена также спектральная двойственность HD 168571 (в варианте SB2). Все абсорбции в ее спектре, кроме водородных, асимметричны: ядра смещены в синюю сторону относительно верхних частей профилей. В таблице 1 приведены оценки V_r по ядрам и в скобках — по депрессиям на красных склонах профилей.

¹<http://hea.iki.rssi.ru/rtt150/ru/index.php>

²<http://www.nist.gov/physlab/data/asd.cfm>

Таблица 1. Некоторые сведения о звездах, близких к HD 168607 и HD 168625: даты наблюдений, спектральный диапазон, полуширины слабых линий ΔV_r и гелиоцентрические лучевые скорости V_r в км с⁻¹ для различных линий в полученных спектрах

BD/HD	l , deg	b , deg	Спектр. класс	Дата	Спектральный диапазон, нм	ΔV_r	V_r			
							$r \rightarrow 1$	Em	$H\beta$	$H\alpha$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
-16°4826	15.26	-0.73	O5.5V((f))	25.07.2007	460–600	135	83	80	66	–
167633	14.34	-0.07	O6.5V((f))	31.07.2010	445–590	130	-43	-55	-58	–
168552	14.26	-1.25	B2.5II	30.07.2014	390–675	47	-12	–	-13	-14
168571*	14.07	-1.39	B1Ib	08.08.2014	393–670	80: (120:)	8: (55:)	–	20	19
168987	14.99	-1.45	B2Ib	11.06.2009	445–590	62	2	–	-18	–
169454**	17.54	-0.67	B1Ia-0	12.09.2002	306–384; 498–680	75	11	14	–	-228, -186, 46
169673	16.21	-1.68	B1.2II	11.08.2014	390–675	70	-11	–	-12	-13
169990	14.45	-3.02	B8III/IV	09.08.2014	393–670	115	-26	–	-26	-25
171432	14.62	-4.99	B1/2Iab	04.11.2002	370–670	73	24	24	23	15

(1) — номера по каталогам BD и HD;

(2), (3) — галактические координаты;

(4) — спектральные классы, уточненные по нашим спектрам;

(5) — даты получения спектров;

(6) — рабочие спектральные интервалы;

(7) — полуширины профилей слабых абсорбций вблизи континуума (аналог $V \sin i$);

(8) — значения лучевой скорости V_r при $r \rightarrow 1$;

(9), (10), (11) — значения V_r , измеренные по эмиссионным линиям и по линиям $H\beta$ и $H\alpha$ соответственно;

* — даны оценки V_r по ядрам и по депрессиям на красных склонах профилей (в скобках);

** — у линии $H\alpha$ P Cугг-профиль с раздвоенной абсорбцией, поэтому даны три значения V_r :

для абсорбционных и эмиссионного компонентов.

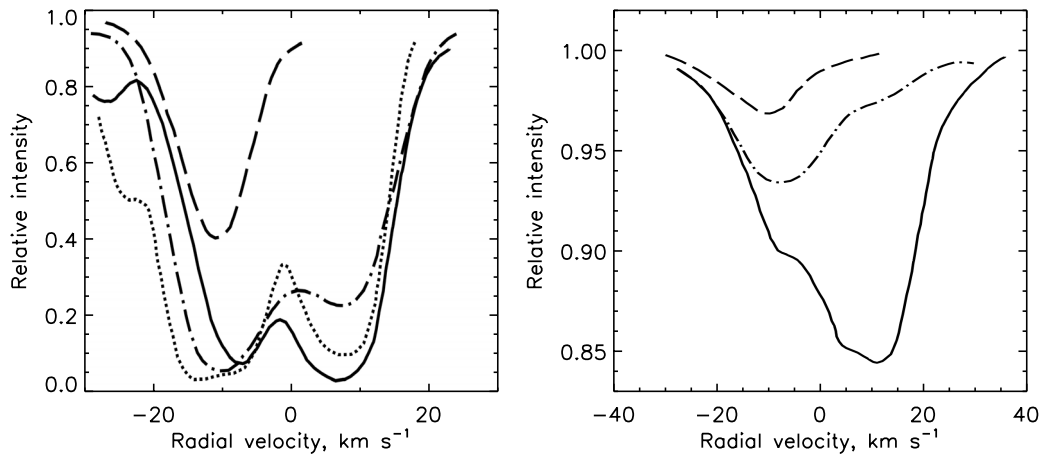


Рис. 1. Слева: профиль межзвездной линии Na I D1 в спектрах HD 169990 (показан штриховой линией), HD 168552 (штрих-пунктирной), HD 168625 (сплошной) и HD 167838 (пунктирной). Справа: профиль межзвездной полосы DIB λ 6196, обозначения те же.

3.1. Межзвездные линии

Для построения ясной пространственно-кинематической картины Seg OB1 A полученных данных (таблица 1) недостаточно. По фотометрическим оценкам (методом спектральных параллак-

сов) расстояния для большинства звёзд, указанных в таблице 1, близки к расстоянию до комплекса M 17 (около 2 кпс), но лишь у трех из них к указанному выше значению $V_r = 10$ км с⁻¹ близки также и наши оценки лучевых скоростей центров

Таблица 2. Журнал наблюдений HD 168625 и HD 168607

Дата	Прибор	Спектральный диапазон, Å	Дата	Прибор	Спектральный диапазон, Å	Дата	Прибор	Спектральный диапазон, Å
HD168625			HD168607					
23.07.1997	LYNX	5400–6700	14.08.1992	LYNX	4580–5950	29.07.2002	NES	4580–5950
19.06.1998	PFES	4100–7700	28.05.1994	LYNX	5150–7100	27.09.2002	MD	5450–6700
04.06.1999	LYNX	5160–7700	18.06.1995	C2	4800–6700	12.07.2005	CES	3930–8750
24.06.2000	LYNX	4700–6330	10.08.1995	LYNX	4800–6750	15.08.2005	CES	3930–8750
09.07.2001	UVES	4980–6800	04.07.1996	PFES	5150–7100	19.09.2005	CES	3930–8750
29.07.2002	NES	4580–5950	21.07.1997	LYNX	5400–6700	11.08.2006	NES	4560–6000
27.09.2002	MD	5450–6700	19.06.1998	PFES	4100–7700	12.09.2006	CES	4100–8600
18.08.2008	NES	4560–6000	08.07.1998	PFES	4450–7700	18.09.2006	CES	4100–8600
			14.08.1998	C2	4300–9800	25.07.2007	NES	4560–6000
			24.06.2000	LYNX	4700–6330	17.08.2008	NES	4560–6000
			04.06.2001	PFES	4550–7900	12.06.2009	NES	4450–5900
			09.07.2001	UVES	3860–4970	04.06.2010	NES	4450–5900

LYNX — спектрометр в фокусе Несмита 6-м телескопа CAO;

PFES — спектрометр в первичном фокусе 6-м телескопа CAO;

C2 — куде-спектрометр 2-м телескопа обсерватории Терскол;

MD — спектрометр в кассегреновском фокусе 2.1-м телескопа обсерватории McDonald;

NES — эшелле-спектрограф в фокусе Несмита 6-м телескопа CAO;

CES — кудэ-эшелле-спектрограф 1.5-м Российско-турецкого телескопа.

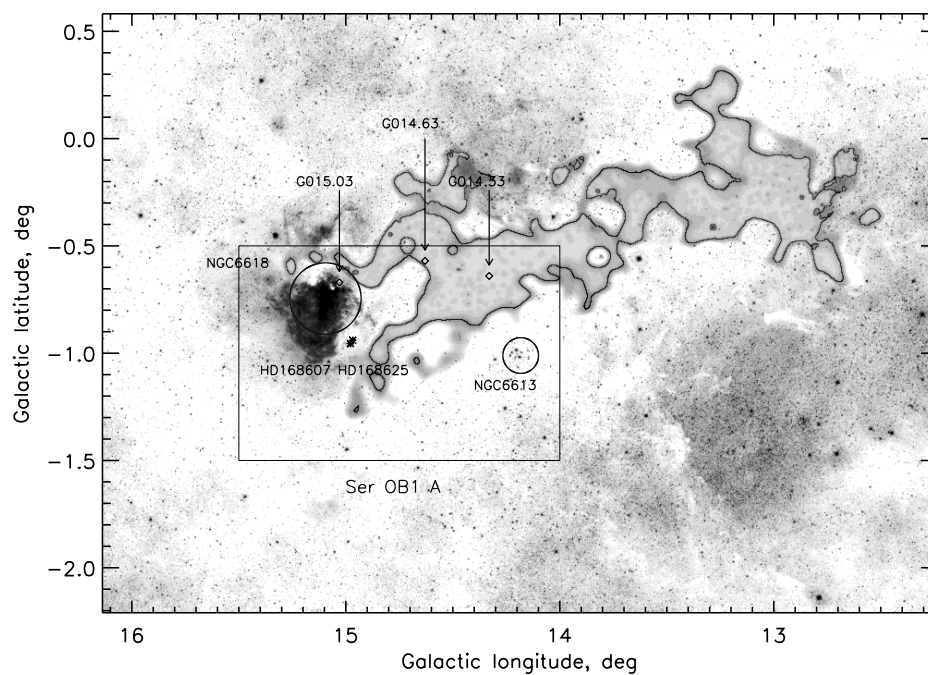


Рис. 2. Участок неба (изображение DSS) вблизи галактического экватора, включающий окончание гигантского молекулярного облака (изображение из обзора 2MASS) и ассоциацию Ser OB1 A. Ромбами отмечены мазеры G 014.33-00.64, G 014.63-00.57 и G 015.03-00.67, находящиеся в данном регионе.

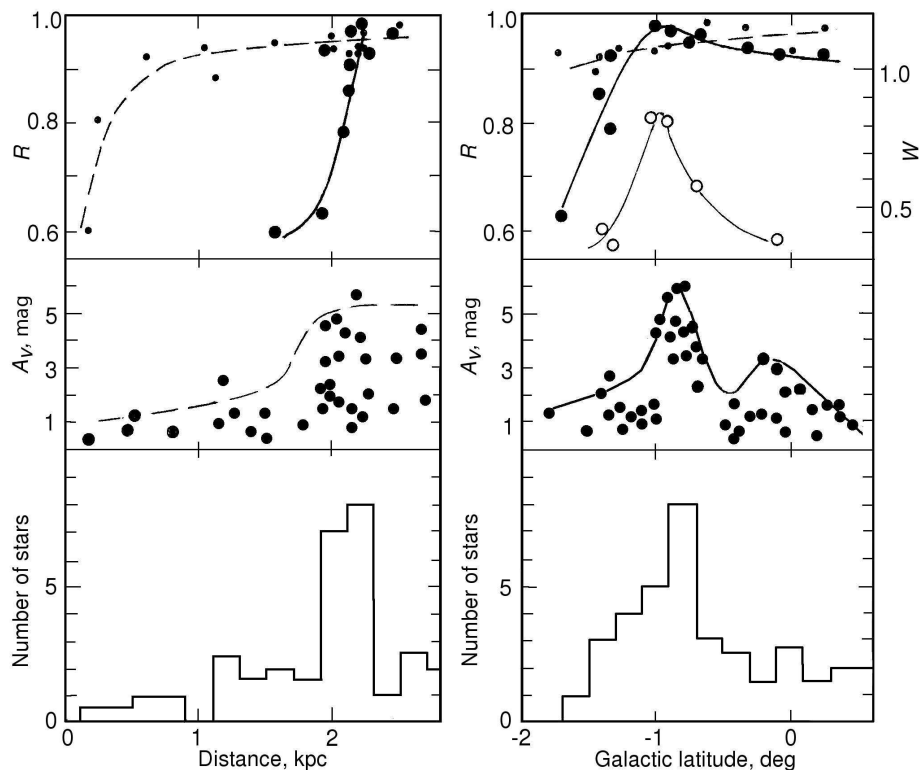


Рис. 3. Глубины R основных компонентов межзвездной линии Na I D1 λ 5896 и эквивалентная ширина W DIB λ 5780 (вверху), величины поглощения A_V (посередине) и количества звезд N в интервалах расстояний $\Delta d = 0.2$ кпс (внизу) в области $14^\circ < l < 15^\circ.5$, $-2^\circ < b < 0^\circ.5$ как функции расстояния d (слева) и галактической широты b (справа). Точки и штриховые линии — R синих компонентов Na I D1, кружки и сплошные линии — R красных компонентов Na I D1, кружки и штриховые линии — A_V , колючки и сплошные линии — W DIB λ 5780, шкала справа.

масс. К тому же эти звезды широко рассеяны по окрестностям ассоциации. Гораздо надежнее использовать в дополнение к нашим качественные литературные данные о лучевых скоростях и интенсивностях межзвездных линий и полос. Всего нам удалось собрать их для 29 звёзд (таблица 3).

При изучении структуры профилей межзвездных линий первостепенное значение имеет высокое спектральное разрешение. В работе [26] на примере линии Na I D2 λ 5890 в спектре HD 169454 показано (см. рис. 1 и 2 в оригинальной работе), что при разрешении 200 000 на дне ее профиля можно выявить по крайней мере шесть компонент. Более низкое разрешение 30 000, использованное в той же работе, оставляет две различимые компоненты шириной около 10 км с^{-1} каждая. Именно такие раздвоенные профили Na I D характерны для достаточно удаленных звёзд вблизи галактического экватора между долготами 10° и 20° . В колонках (8) и (9) таблицы 3 приведены лучевые скорости и остаточные интенсивности по нашим и литературным данным для основных компонент более слабого из членов дублета Na I D1 λ 5896. В тех случаях, когда доступны еще более слабые и ненасыщенные межзвездные линии Na I (2), K I (1),

СН и др., появляется возможность более уверенно различить облака холодного межзвездного газа на луче зрения.

В интересующем нас направлении лучевая скорость увеличивается с расстоянием [27, 28], следовательно, синий компонент межзвездной линии формируется ближе к нам, чем красный. Чтобы продемонстрировать это, на рис. 1 сопоставлены профили линии Na I D1 и узкой DIB λ 6196 в спектрах звёзд, удалённых на разные расстояния. Как видим, кинематика межзвездных облаков фиксируется формой профилей не только линий, но и наиболее узких межзвездных полос (средние значения V_r для ядер их основных компонент приведены в предпоследней колонке таблицы 2). В спектре близкой звезды HD 169990 (до нее всего 0.2 кпс) видны только синие компоненты, слабый в DIB λ 6196 и умеренной интенсивности в Na I D1. У более далеких звёзд синие компоненты гораздо сильнее (в D1 центральная глубина R близка к 1), и в дополнение к ним появляются близкие по глубине красные компоненты. Последние формируются на луче зрения в пределах ассоциации Ser OB1 A, и их интенсивности отражают важную особенность распределения в ней холодного межзвездного газа.

Рисунок 1 показывает, что глубина межзвездных абсорбций зависит не только от удаленности звезды и ее галактической широты. Расстояния до HD 168552, HD 168625 и HD 167838 примерно одинаковы, близки к 2 кпс (т.е. к ассоциации), а их галактические широты: $-1^{\circ}3$, $-1^{\circ}0$ и $0^{\circ}3$ соответственно. Однако красный компонент D1 наиболее глубок не у HD 167838, наиболее близкой к плоскости Галактики, а у HD 168625. Еще более резко это выражено в профиле DIB $\lambda 6196$. Дело в том, что ассоциацию Ser OB1 A пересекает волокно упомянутого выше гигантского молекулярного облака (рис. 2). Оно хорошо видно не только в радиоточках молекул, но и как полоса поглощения в оптическом и ближнем ИК-диапазонах в атласах [29, 30] и непосредственно на снимках 2MASS. Его пространственное совпадение с ассоциацией

подтверждено недавним измерением годичных параллаксов заключенных в облаке мазеров [28]. Один из них, G 015.03-00.67, находится на периферии рассеянного скопления NGC 6618. Расстояние до него, а, значит, и до скопления — 2 кпс, до соседнего мазера, G 014.63-00.57 — 1.8 кпс. Исследования межзвездного поглощения в окрестностях M 17, выполненные И. Проник [31] и Огурой и Ишидой [32], дали сходные результаты: в направлениях на молекулярное облако и на более прозрачный участок к юго-востоку от него до 1 кпс поглощение нарастает с расстоянием одинаково, кривые $A_V(d)$ совпадают, на больших расстояниях кривые расходятся, и на 2 кпс поглощение в облаке на 2 зв.вел. больше, чем рядом с ним.

Таблица 3. Основные данные о звездах ассоциации Ser OB1 A и ее окрестностей, гелиоцентрические лучевые скорости V_r , остаточные интенсивности r для компонентов межзвездных резонансных абсорбций и средние значения V_r для диффузных межзвездных полос в их спектрах.

BD/ HD	l , deg	b , deg	Spec. type	V , mag	A_V , mag	d , kpc	Na I D1		K I		Ca II K		DIB	Ref.
							V_r , km s $^{-1}$	r	V_r , km s $^{-1}$	r	V_r , km s $^{-1}$	r		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
-16°4826	15.3	-0.7	O5.5V	9.9	3.3	2.0	-7 6	0.05 0.05					-3	Ch16
164222	14.9	4.7	B3V	8.1	1.0	0.6	-12 10	0.03 0.76	-11	0.55				[18]
166393	10.8	-0.5	A2V	6.5	0.0	0.1	-2							[19], S
166937	10.0	-1.6	B8Ia	3.8	0.9	1.0	-6	0.02	-6	0.33	-6			[19, 20]
167263	10.8	-1.6	O9.5III	6.0	1.0	1.1					-9			[21]
167264	10.5	-1.7	O9.7Iab	5.4	0.9	1.6	-8 6	0.05 0.40	-7	0.73	-7			[18, 22]
167633	14.3	-0.1	O6.5V	8.2	1.5	2.2	-9 4	0.09 0.06					-3	Ch16
167771	12.7	-1.1	O7+O8	6.5	1.3	1.7					-8			[19, 21]
167838	15.4	0.3	B3Ia/Iab	6.7	1.8	2.2	-10 8	0.02 0.06	-11 12	0.66 0.86	-10			[18, 19]
167863	12.4	-1.4	B6II/III	6.7	0.5	0.6					-18			[21]
167971	18.2	1.7	O8+O4/5	7.5	3.2	2.3	-9 7	-11 11	-1		-2 -8			Ch16
168021	12.7	-1.5	B0Ia/Iab	6.8	1.3	2.6					-8			[19, 21]
168075	16.9	0.8	O7V ^c	8.8	2.3	2.0					-9 4	0.10 0.08		[23]
168137	17.0	0.76	O7V+O8V	8.9	2.2	2.6					-9 5 23	0.08 0.10 0.45		[23]

Таблица 3. (Продолжение)

BD/ HD	l , deg	b , deg	Spec. type	V , mag	A_V , mag	d , kpc	Na I D1		K I		Ca II K		DIB	Ref.
							V_r , km s ⁻¹	r	V_r , km s ⁻¹	r	V_r , km s ⁻¹	r		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
168368	14.2	-1.0	B2Ib/II	9.3	1.3	4.3					-6			[21]
168552	14.3	-1.3	B2.5II	8.1	1.2	2.3	-10 8	0.06 0.22					-7	Ch16
168571	14.1	-1.4	B1Ib	8.0	2.1	2.4	-9 2:	0.07 0.14					-7	Ch16
168607	15.0	-0.9	B9Ia-0	8.3	4.6	2.2	-7 6	0.06 0.03	-6 1 9	0.58 0.57 0.3	-8 9	0.04 0.07	9	Ch16
168625	15.0	-1.0	B5.5Ia-0	8.4	4.6	2.3	-8 7	0.07 0.02					9	Ch16
168987	15.0	-1.4	B2Ib	8.0	2.7	1.6	-8 6	0.12 0.06					-1 :	Ch16
169009	20.6	1.6	B9.5V	6.3	0.5	0.1	-9	0.19	-10	0.63				[18]
169033	19.0	0.7	B5V	5.7	0.5	0.2	-11	0.19						[24]
169454	17.5	-0.7	B1Ia-0	6.7	3.3	2.3	-25 -13 7	0.19 0.01 0.04	-8 10	0.28 0.93			-10	Ch16, [21]
169673	16.2	-1.7	B1.2II	7.4	0.7	2.1	-8 16	0.06 0.37	-7 18	0.74 0.92			-8	Ch16, [18]
169990	14.5	-3.0	B8III/IV	6.2	0.3	0.2	-11	0.40	-11 :				-10	Ch16, [18]
170296	17.5	-1.8	A1IV/V	4.7	0.1	0.1	-12							[19]
170902	17.7	-2.5	A4/5IV/V	6.4	0.1	0.1	-9							[19]
171432	14.6	-5.0	B1/2Iab	7.1	1.0	2.5	-21 -5 :	0.07 0.01	-23 -14 :	0.74 0.86 -4	-20 -13 -3	0.35 0.25 0.08	-8	Ch16
171957	18.9	-3.5	B8II/III	6.5	0.9	0.3	-4							[19]

Сведения в колонках (2–5) взяты из SIMBAD, l и b — галактические долгота и широта.

Межзвездное покраснение A_V и расстояние d определены нами. Использованы значения M_V и $(B - V)_0$ из [25].

В колонке (15) даны ссылки на источники приведенных оценок скоростей и интенсивностей межзвездных линий;

Ch16 — настоящая работа. Для DIB средние значения V_r найдены по пяти наиболее узким полосам

с минимальными дифференциальными сдвигами: 5796.96 Å, 5849.80 Å, 6195.96 Å, 6379.29 Å и 6613.56 Å.

3.2. Близкие звёзды

Чтобы детальнее описать площадку с координатами: $14^\circ 0' < l < 15^\circ 5'$, $-2^\circ < b < 0^\circ 5'$, охватывающую Ser OB1 A, в дополнение к нашим спектроскопическим данным мы привлекли информацию о величинах в B - и V -полосах и спектральных классах в системе Моргана–Кинана (МК) для всех звёзд из этой области, согласно базе SIMBAD. Среди 76 найденных звёзд только 6 слабее 11 величины, 8 — звёзды класса O, 55 — В-сверхгиганты.

Результаты анализа представлены на рис. 3. Левая половина рисунка показывает изменения

глубин компонентов профиля D1, поглощения в полосе V и плотности звёзд с расстоянием. Синий компонент насыщается к $d \sim 1$ кпс, а красный резко углубляется между 1.5 и 2.1 кпс. В этом же интервале расстояний нарастает и на $d > 2.0$ кпс стабилизируется величина A_V . Максимум плотности звёзд приходится на $d \sim 2.1$ кпс — это значение, выделенное во всех трех фрагментах левой половины рисунка, естественно принять за расстояние до комплекса M 17 и ассоциации Ser OB1 A. Справа на рис. 3 показаны изменения тех же параметров в картинной плоскости с галактической широтой.

В отличие от синего компонента D1, красный наиболее силен не на галактическом экваторе, а к югу от него, на $b \sim -0.9$. На этой же широте наблюдаются максимумы интенсивности DIBs (представлены в правом верхнем фрагменте рис. 3 полосой $\lambda 5780$). Величина A_V показывает два максимума: на $b \sim -0.9$ и вблизи $b \sim 0^\circ$, но первый почти вдвое выше второго. На той же широте сконцентрированы не только межзвездные газ и пыль, но и звёзды.

Обратившись затем к распределению звёзд по галактической долготе, вдоль которой вытянута ассоциация (рис. 2), и принимая во внимание погрешности в оценках расстояний, мы ограничили их для возможных членов Ser OB1 A интервалом от 1.5 до 2.8 кпс. Отобранные по этому критерию звезды распределены в зоне ассоциации неравномерно. Центральная часть (между $l = 14.4$ и $l = 15.0$) свободна от OB-звёзд с указанными выше параметрами, а O-звёзды и B-сверхгиганты сосредоточены в противоположных участках зоны: первые к северу от «окна» (в скоплении NGC 6618), а вторые к югу от него, вблизи скопления NGC 6613. B-сверхгиганты этой южной группы в подавляющем большинстве слабые: у 90% классы светимости Ib-II, и нет ни одного с классом светимости Ia. Те же особенности замечены и в распределении по долготе газа и пыли. Глубина красного компонента NaI D1 и величина A_V резко возрастают на $l < 14.4$ и $l > 14.9$.

3.3. Пространственная близость HD 168625 и HD 168607 между собой и с M 17

Два B-гипергиганта HD 168607 и HD 168625 резко отличаются — как физически, так и территориально — от B-сверхгигантов южной группы. Светимость каждого из них превосходит суммарную светимость всей южной группы, и расположены они вблизи группы O-звёзд в скоплении NGC 6618.

Н. Смит и Р. Томблсон [2] связали эти гипергиганты со скоплением NGC 6618 и даже предположили, что они были выброшены из него. Помимо этой интересной гипотезы можно привести еще несколько соображений, «привязывающих» их к комплексу M 17:

- Описанное в [33] облако молодых звёзд малой массы (заместившее часть молекулярного облака) охватывает как M 17, так и гипергиганты.
- Ветрами последних может быть образован южный «вырез» туманности Омега.
- Звездообразование в M 17 происходит у северного «торца» молекулярного облака, а его южное ответвление (нижнее на рис. 2) резко обрывается, «натываясь» на исследуемую пару гипергигантов.

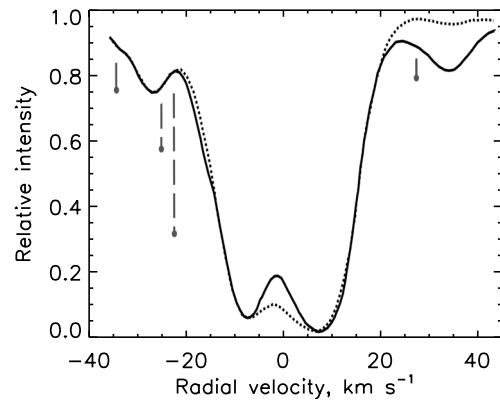


Рис. 4. Сравнение усредненных профилей межзвездной линии NaI D1 в спектрах HD 168625 (сплошная линия — 29 июля 2002 г. и 18 августа 2008 г.) и HD 168607 (пунктирная линия — 25 июля 2007 г., 17 августа 2008 г., 12 июня 2009 г. и 4 июня 2010 г.). Точками и вертикальными штрихами отмечены положения и глубины боковых компонентов в спектрах некоторых звезд Ser OB1 A (вторая слева — BD-16°4826).

- Расстояния и лучевые скорости гипергигантов, звёзд и газовой составляющей M 17 в пределах ошибок совпадают.
- На диаграмме Герцшпрунга–Рессела для звезд комплекса M 17 [34] наши гипергиганты занимают положение, соответствующее возрасту около 7 млн лет. Звезды M 17 моложе, им 2–5 млн лет, а группа B-сверхгигантов на южном краю ассоциации старше, примерно 15 млн лет.

О пространственной близости HD 168607 и HD 168625 говорят совпадение их избытков цвета и сходство профилей межзвездных линий и полос в их спектрах [3]. Есть и прямое свидетельство [35]: на ИК-снимках внешней оболочки HD 168625 ее полярное кольцо, обращенное к HD 168607, менее отчетливо по сравнению с противоположным, что может быть следствием частичного рассеяния оболочки ветром соседнего гипергиганта. С большой степенью вероятности эти гипергиганты составляют физическую пару. Приняв этот факт, можно обратиться к анализу отличий межзвездных составляющих их спектров.

На рис. 4 совмещены профили линии NaI D1, усредненные для повышения точности по нескольким спектрам, полученным в разные даты, но с помощью одного и того же спектрографа НЭС. По обеим сторонам от основных, описанных выше, имеются более слабые компоненты (их положения и глубины представлены на рисунке помимо HD 168607 и HD 168625 еще для нескольких звезд Ser OB1 A). Они наблюдаются лишь у близких к ассоциации звезд. По крайней мере красносме-

щенные ($25 < V_r < 37 \text{ км с}^{-1}$) компоненты отсутствуют у звезд с $d < 1.5$ кпс. Синесмещенные ($-35 < V_r < -20 \text{ км с}^{-1}$) компоненты встречаются чаще красносмещенных и в среднем глубже них, причем глубина убывает с величиной смещения.

Естественно предположить, что синесмещенные компоненты формируются в больших объемах газа, оттекающего от ассоциации. Как видно из рис. 4, их положения, глубины и даже профили у соседей-гипергигантов совпадают ($V_r = -27 \text{ км с}^{-1}$, $R = 0.25$), а у BD $-16^\circ 4826$, находящейся в комплексе М 17, наиболее активном районе ассоциации, депрессия на синем крыле (с $V_r = -25 \text{ км с}^{-1}$) почти вдвое глубже. Полезно также привлечь межзвездные линии Ca II, которые, в отличие от линий Na I, предпочитающих притенненные облака, формируются на всем луче зрения. К сожалению, в связи с сильным покраснением гипергигантов, межзвездным и атмосферным, хорошо прорисованные профили линий Ca II доступны нам только для одного из них, HD 168607 (в спектре, полученном 9 июля 2001 г. со спектрографом UVES). Форма этих профилей та же, что у линии D1 в интервале скоростей рис. 4, но за его синей границей они имеют дополнительную компоненту на $V_r \sim -44 \text{ км с}^{-1}$. Отметим, однако, что присоединение этой компоненты к межзвездным по единственному спектру не вполне очевидно: в отличие от линий Na I D у HD 168607 в линиях Ca II сильна звёздная, и не исключена околосвёздная составляющая. Для прояснения этого вопроса полезен спектроскопический мониторинг.

Красносмещенная компонента отчетливо видна только у HD 168625 ($V_r = 34 \text{ км с}^{-1}$, $R = 0.20$), а у HD 168607 если и присутствует, то на пределе обнаружения. Столь резкое различие спектральной детали у компаньонов звездной пары может указывать на ее околосвездную природу: затянувшуюся аккрецию на HD 168625, подобную той, что наблюдается у молодых массивных звезд в М 17 [36], или захват звездой ранее выброшенного ею вещества.

Предположив наличие в спектрах этих гипергигантов околосвездных деталей как связующего звена между их межзвездной и звездно-атмосферной составляющими, перейдем к описанию последней.

4. ОСОБЕННОСТИ И ПЕРЕМЕННОСТЬ СПЕКТРОВ HD 168625 И HD 168607

4.1. HD 168625

Мы располагаем восемью спектрами высокого разрешения HD 168625, полученными с 1997 по 2008 гг. Результаты обработки приведены в таблице 4.

Таблица 4. Гелиоцентрические лучевые скорости для линий и их компонентов в спектре HD 168625 в км с^{-1} . Значения V_r для абсорбционных и эмиссионных составляющих линий H β и H α , имеющих P Cуг-профили ветровой природы, приведены в последних колонках

Дата	$V_r (r \rightarrow 1)$	$V_{em} \text{ Fe II}$	H β	H α
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
23.07.1997	12			-90 / 70
19.06.1998	12	10:	-33 / 110	-160 / 65
04.06.1999	16			-105 / 85
24.06.2000	11		-50 / 110	
09.07.2001	7			-113 / 85
29.07.2002	9		-16 / 107	
27.09.2002	8	8:		-45 / 75
18.08.2008	9		2 / 108	

В качестве лучевой скорости центра массы, одной и той же для обоих гипергигантов, мы продолжаем использовать величину, принятую в [3]: $10 \pm 1 \text{ км с}^{-1}$. С ней совпадает в пределах ошибок среднее значение скорости $V_r(r \rightarrow 1)$, измеренной по самым слабым фотосферным абсорбциям He I, C II и др. (вторая колонка таблицы 4). Зафиксированы колебания $V_r(r \rightarrow 1)$ от даты к дате в интервале $7-16 \text{ км с}^{-1}$, но для поиска их возможной периодичности (пульсации, спектральная двойственность в варианте SB1) наших данных недостаточно. В связи с этим необходимо упомянуть недавнее открытие двух спутников HD 168625 [37], которые, однако, слишком слабы ($\Delta m \simeq 4.2$ зв. вел. и 4.6 зв. вел.) и слишком удалены от основной звезды, чтобы заметно исказить ее спектр и наши оценки лучевых скоростей.

В спектре HD 168625 наиболее сильные абсорбции обычно сдвинуты относительно самых слабых на несколько км с^{-1} и асимметричны, причем величина и знак сдвига и асимметрии изменяются от даты к дате и от линии к линии. По-видимому, дает о себе знать переменный радиальный градиент скорости в верхних слоях фотосферы и основании ветра, где формируются сильные линии, такие, как He I $\lambda 5876$, Si II $\lambda 6347$ и менее интенсивная линия Fe II $\lambda 5169$. Примеры профилей первой и последней показаны в нижней части рис. 5. Вертикальная прямая, указывающая положение скорости центра массы, рассекает профиль линии Fe II $\lambda 5169$ в спектре 29 июля 2002 г. так, что ядро и крылья оказываются по разные стороны от нее ($\Delta V_r = (V_r - 10) \simeq -6$ и $+8 \text{ км с}^{-1}$ соответственно). В данном случае можно было бы заподозрить спектральную двойственность в

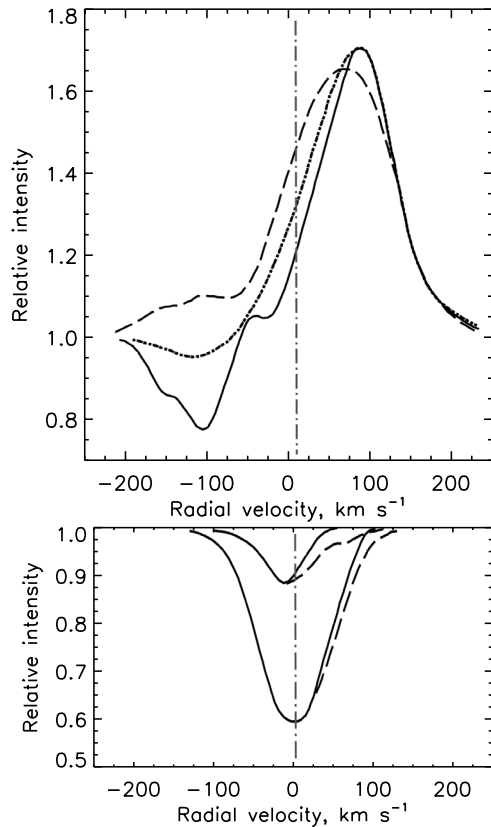


Рис. 5. Вариации профилей линий в спектре HD 168625. Вверху: $H\alpha$, штриховая — 23 июля 1997 г., сплошная — 4 июня 1999 г., штрих-пунктирная — 9 июля 2001 г. Внизу: Fe II $\lambda 5169$ (вверху) и He I $\lambda 5876$ (внизу), сплошные линии — 9 июля 2001 г., штриховые — 29 июля 2002 г. Вертикальной штрих-пунктирной прямой отмечена скорость центра массы звезды.

варианте SB2, но, по нашим данным, преобладает другой тип асимметрии, также представленный на рис. 5 профилями в спектре 9 июля 2001 г. Ядра и крылья смещены в одну, синюю сторону, у He I $\lambda 5876$ на -6 и -15 km s^{-1} , у Si II $\lambda 6347$ на -13 и -18 km s^{-1} , у Fe II $\lambda 5169$ на -12 и -18 km s^{-1} . Большое смещение верхней части профиля вызвано тем, что синее крыло углублено и вытянуто, а красное приподнято — «прото-P Cyg-профиль».

Ветровая природа линии $H\alpha$ очевидна из P Cyg-профиля в верхней части рис. 5. Наиболее стабилен красный склон его эмиссионной составляющей, особенно нижняя часть, а наиболее изменчива абсорбционная составляющая. Согласно нашим данным, абсорбционная составляющая изменяется в пределах, намеченных профилями 23 июля 1997 г. и 4 июня 1999 г. Также в абсорбционной составляющей иногда различимы несколько компонентов в интервале $-160 < \Delta V_r < -30$ km s^{-1} . Такие сравнительно небольшие скорости расширения характерны

для медленных плотных ветров гипергигантов. P Cyg-профили имеют и более высокие члены серии Бальмера. Спектр 19 июня 1998 г., единственный в нашей коллекции, содержащий четыре бальмеровские линии, демонстрирует «бальмеровский прогресс:» нарастание скорости, измеренной по абсорбционному компоненту, от -160 km s^{-1} для $H\alpha$ до -17 km s^{-1} для $H\delta$.

4.2. HD 168607

Для HD 168607 мы располагаем 24 спектрами, полученными в 1992–2010 гг. Результаты обработки приведены в таблице 5.

Нестабильность атмосферы и ветра у HD 168607 спектроскопически проявляется более отчетливо и разнообразно, чем у HD 168625, прежде всего в профилях линий Fe II. Их разновидности демонстрирует рис. 6. Линия $\lambda 6318$ — одна из стационарных симметричных эмиссий Fe II, излучаемых протяженной оболочкой звезды и потому пригодных для оценки скорости центра массы. В спектре HD 168625 они едва заметны, измеримы лишь 2–3 из них, а у более холодной HD 168607 удается использовать до десяти линий. Линии Fe II высокого и низкого возбуждения резко отличаются друг от друга формой профиля. Первые, с потенциалами возбуждения нижних уровней порядка 10 eV, — слабые чистые абсорбции (линия $\lambda 5260$ на рис. 6). Формируясь в верхнем слое фотосферы, они отражают ее расширение — своим сдвигом в синюю сторону на 10–15 km s^{-1} относительно предельно слабых эмиссий и абсорбций (колонки (3) и (4) таблицы 5 соответственно). Все линии Fe II с потенциалами возбуждения нижних уровней около 3 eV — от самой сильной $\lambda 5169$ до самой слабой $\lambda 5264$ из представленных на рис. 6 — формируются уже в ветре и имеют P Cyg-профили с расщепленными на компоненты абсорбционными составляющими. Значения V_r для отдельных компонентов линий 42 мультиплета, наиболее сильных в оптической части спектра, приведены в колонке (5) таблицы 5. Те же скорости показывают и более слабые линии Fe II низкого возбуждения. Как видно из рис. 6, при переходе от сильных линий к слабым снижается «контраст» (градиент интенсивности) профиля, но его компоненты, пока видны, сохраняют свои положения. С другой стороны, те же компоненты содержат и ветровые профили $H\beta$ и $H\alpha$, но прорисованы они менее четко (особенно низкоскоростные, теряющиеся на крутом склоне сильной эмиссии) — отсюда расхождение значений V_r в колонках (5–7) таблицы 5.

Эмиссионные компоненты P Cyg-профилей по мере их ослабления смещаются в синюю сторону,

Таблица 5. Гелиоцентрические лучевые скорости для линий и их компонентов в спектре HD 168607 в км с⁻¹

Дата	V*	V _{em} Fe II	V _{abs} (r → 1)	V _{abs} Fe II (42)	V _{abs} H _β	V _{abs} H _α
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
14.08.1992		12:	16	-95		
28.05.1994		10:	7	-130		
18.06.1995		10	10	-120		
10.08.1995		10	9	-130		
04.07.1996		8	9	-120		
21.07.1997		9:	12	-105		
19.06.1998		10	16	-140		
08.07.1998		9	9	-145		
14.08.1998		8	10	-110		
24.06.2000		10:	11	-100		
04.06.2001	8.24(5)	7:	10	-105		
09.07.2001	8.25(5)		15	35 -34 -116	-41 -81	
29.07.2002	8.27(4)	11:	17	-120		
27.09.2002	8.18(5)	9	9	-130		-130
12.07.2005	8.17(4)	7:	7	-23 -142	-57	-70
15.08.2005	8.27(4)	12:	13	-20 -142	-63	-75
19.09.2005	8.30(5)	5:	22	40 -35 -75 -142	-47	-84
11.08.2006		10	11	48 -23 -110	-51	
12.08.2006		6	7	-21 -67 -120	-56:	-62 -93
18.08.2006		6	7	-19 -65 -120	-53:	-82
25.07.2007	8.14(4)	10	12	-7 -80 -109	-79	
17.08.2008	8.26(4)	7	11	-10 -97 -135	-40 -98	
12.06.2009	8.11(5)	7	7	-54 -125	-58	
04.06.2010		13	12	-32 -88 -148	-43 -80	

* — звёздная величина на ту же дату из базы данных проекта ASAS [38], в скобках указана точность последней значащей цифры.

и измеренные по ним скорости сближаются со скоростями для абсорбций He I и легких ионов, которые, напротив, растут с ослаблением линии (цепочки пустых кружков и треугольников в нижней части рис. 6). Общее предельное значение V_r (10.5 ± 1 км с⁻¹), как и для HD 168625, в пределах ошибок совпадает с указанным выше значением скорости центов масс пары гипергигантов.

Скачкообразность нарастания скорости расширения говорит о «порывистости» ветра HD 168607: в зону постепенного убывания плотности и нарастания скорости с радиусом, ответственную за т.н. абсорбционное «корыто» (trough) P Cyg-профиля, регулярно вбрасываются оболочки (уплотнения), создающие дискретные абсорбционные компоненты. Последние, как это было замечено впервые у P Cyg [39], возникают вблизи ядра «корыта» и

постепенно поднимаются по его синему крылу. К сожалению, имеющиеся у нас разрозненные данные позволяют проследить лишь один короткий эпизод такого перемещения дискретных депрессий в профиле линии Fe II $\lambda 5169$ с июля по сентябрь 2005 г. (рис. 7).

В нижней части рис. 7 представлена статистика положений и остаточных интенсивностей дискретных абсорбционных и эмиссионных компонент этой линии по всему нашему материалу. Важная особенность HD 168607, роднящая ее с LBV — красносмещенные абсорбции (появление одной из них прослежено на верхней части рис. 7). Они намного слабее и наблюдаются реже синесмещенных, но ценны как свидетельство наличия в околосредном веществе аккреционной составляющей. В спектрах классических LBV инверсные

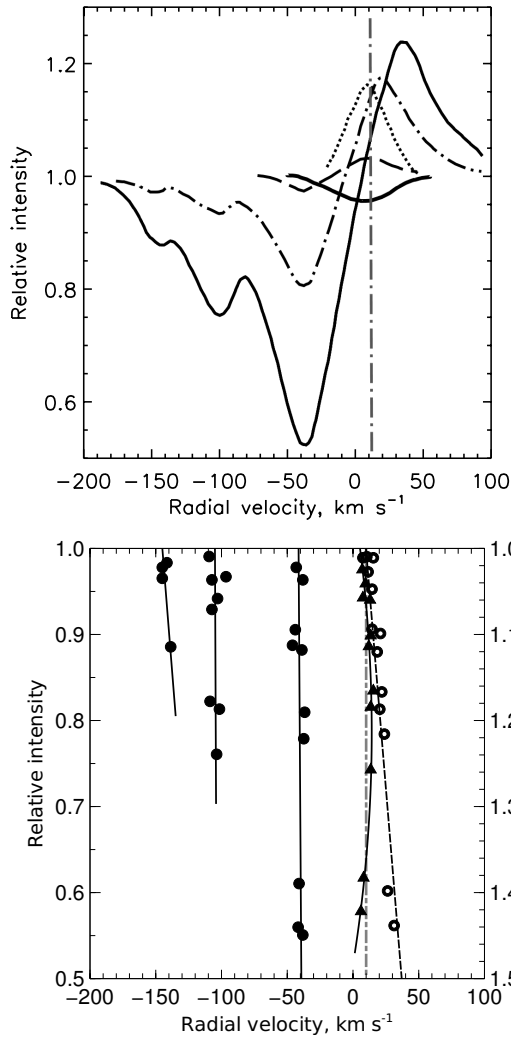


Рис. 6. В верхней части: профили линий Fe II в спектре HD 168607 (19 июня 1998 г.). Абсорбционный профиль, показанный сплошной — линия высокого возбуждения $\lambda 5260$. P Cyg-профили: сплошная — $\lambda 5169$, штрих-пунктирная — $\lambda 5316$, штриховая — $\lambda 5264$. Пунктир — стационарная эмиссия $\lambda 6318$. В нижней части: зависимости $V_r(r)$ в том же спектре для фотосферных абсорбций (треугольники), абсорбционных компонентов P Cyg-профилей Fe II (кружки) и для их эмиссионных компонентов (колечки, шкала r справа). Вертикальной штрих-пунктирной прямой на обоих рисунках отмечена скорость центра массы звезды.

P Cyg-профили появляются в фазах максимального блеска [40]. Рисунок 8 демонстрирует сходство фрагмента одного из спектров HD 168607, включающего несколько линий Fe II низкого возбуждения, с соответствующим фрагментом спектра S Dor из [40].

Фотометрическая переменность, специфичная для LBV, вызванная уплотнением их ветров вплоть до образования псевдофотосфер, найдена у HD 168607 в [41]: при поярчании всего на

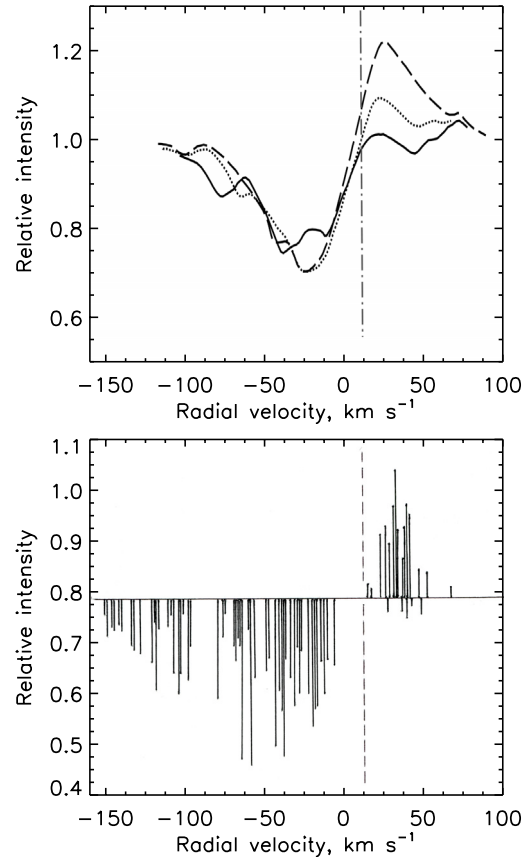


Рис. 7. Вверху: перемещения узких депрессий по абсорбционной составляющей P Cyg-профиля линии Fe II $\lambda 5169$ в спектре HD 168607. Штриховая линия — 12 июля 2005 г., пунктирная линия — 15 августа 2005 г., сплошная линия — 19 сентября 2005 г. Внизу: положения и относительные интенсивности абсорбционных и эмиссионных компонентов P Cyg-профиля линии Fe II $\lambda 5169$ в спектре HD 168607 по нашим наблюдениям с 1992 по 2010 гг.

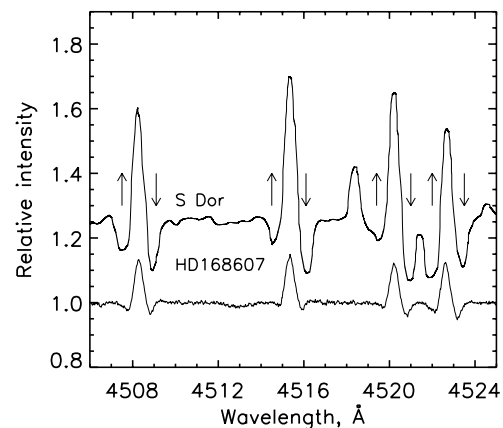


Рис. 8. Сравнение спектров S Dor, полученного 16 декабря 1989 г., и HD 168607, полученного 9 июля 2001 г., в районе линий Fe II $\lambda\lambda 4508, 4515, 4523 \text{ \AA}$. Синие абсорбционные компоненты помечены направленными вверх стрелками, красные — стрелками, направленными вниз. Спектр S Dor взят из [40].

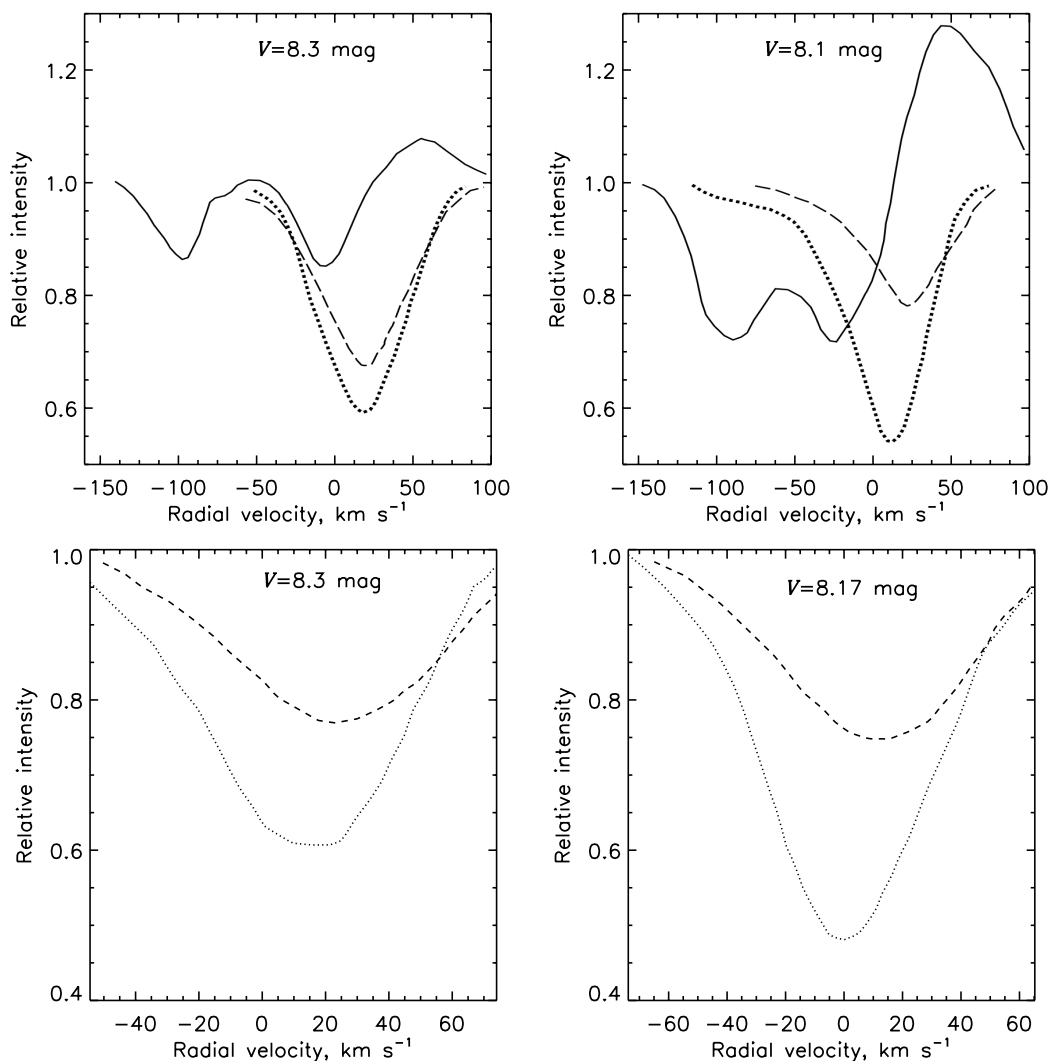


Рис. 9. Изменение профилей линий в спектре HD 168607 при увеличении визуального блеска. Сплошной линией показан профиль Fe II λ 5169, штриховой — He I λ 5876, пунктирной — Si II λ 6347. Вверху слева показан спектр, полученный 10 августа 1995 г., вверху справа — 4 июля 1996 г., внизу слева — 19 сентября 2005 г., внизу справа — 12 июля 2005 г. Звёздные величины взяты из [41] и базы данных проекта ASAS [38].

0.2 зв. вел. звезда заметно краснеет. Наличие в указанной работе оценок блеска для моментов получения двух наших спектров позволило выявить также и синхронную с ней спектральную переменность. Профили некоторых линий в этих спектрах сравниваются на рис. 9. Реакция ветровой линии Fe II λ 5169 на уплотнение газа вполне естественна: усиливаются как абсорбционная, так и эмиссионная части P Cyg-профиля. Но она заметна и в сильных абсорбциях, обычно относимых к фотосферным. Глубины линий He I λ 5876 и Si II λ 6347 на правом фрагменте рисунка различаются значительно больше, чем на левом, формальные оценки спектрального класса по этой паре линий: B9.2 и A0.1 для указанных значений V (8.3 зв. вел. и 8.1 зв. вел. соответственно). Кроме того, их профили перестроились — из

почти симметричных (левая часть рис. 9) — в «прото-P Cyg»: их синие крылья вытянуты, а красные укорочены (правая часть рис. 9), особенно у линии Si II. «Прото-P Cyg-профиль» прямо указывает на то, что зоны формирования этих линий заходят, как и у HD 168625, в основание ветра, а симметричные профили — на понижение температуры в основании ветра при увеличении визуального блеска звезды. Подобное поведение профилей спектральных линий мы наблюдаем и по данным 2005 г. (нижняя часть рис. 9).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами данные уверенно подтверждают принадлежность к LBV как HD 168625, так и HD 168607. У HD 168625 фотометрия последних

лет не выявляет специфической LBV-переменности. Но сложная система ее газово-пылевых оболочек свидетельствует о гигантских эрупциях в прошлом. Кроме того, она обеспечивает ИК-избыток и, возможно, кроме экскреционной, содержат аккреционную составляющую, проявляющую себя в красном смещенном компоненте линий Na I D1. HD 168607, напротив, не имеет ни оболочки, видимой на прямых снимках, ни ИК-избытка, но отвечает всем остальным критериям малоамплитудной LBV.

Гипергиганты образуют физическую пару. Соединенная мощь их нестабильных ветров и радиации (особенно существенной в прошлом, на стадии O-звезд) не могла не сказаться на состоянии межзвездной среды и звездообразовании в ассоциации. Их ветры могли, с одной стороны, уплотнить северную ветвь гигантского молекулярного облака и способствовать формированию звезд NGC 6618, а с другой, выдуть газ (или понизить его плотность) и сформировать «полость» в центре ассоциации.

Как и при описании CugOB2 [42], остается потребность в пополнении коллекции спектров для ярких членов ассоциации и в спектроскопии слабых звезд вблизи пары LBV.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность В. Е. Панчуку, М. В. Юшкину, А. С. Мирошниченко и И. Ф. Бикмаеву за получение и предоставление спектрального материала. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект №14-02-00291а). В статье использовались данные наблюдений 6-м телескопа САО РАН, работающего при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (соглашение №14.619.21.0004, проект PRFMEFI61914X0004).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. E. L. Chentsov, *Sov. Astron. Lett.* **6**, 199 (1980).
2. N. Smith and R. Tombleson, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **447**, 598 (2015).
3. E. L. Chentsov and E. S. Gorda, *Astronomy Letters* **30**, 461 (2004).
4. R. M. Humphreys, *Astrophys. J. Suppl.* **38**, 309 (1978).
5. В. А. Амбарцумян, *Доклады АН СССР* **68**, 21 (1949).
6. Б. А. Воронцов-Вельяминов, *Астрон. ж.* **35**, 390 (1951).
7. B. G. Elmegreen, C. J. Lada, and D. F. Dickinson, *Astrophys. J.* **230**, 415 (1979).
8. W. W. Morgan, A. E. Whitford, and A. D. Code, *Astrophys. J.* **118**, 318 (1953).
9. I. M. Kopylov, *Sov. Astron.* **2**, 359 (1958).
10. A. M. Mel'nik and Y. N. Efremov, *Astronomy Letters* **21**, 10 (1995).
11. V. E. Panchuk, V. G. Klochkova, M. V. Yushkin, and I. D. Naidenov, *J. Opt. Technol.* **76**, 42 (2009).
12. S. Bagnulo, E. Jehin, C. Ledoux, et al., *Messenger* **114**, 10 (2003).
13. M. V. Yushkin and V. G. Klochkova, Preprint № 206 (Spec. Astrophys. Obs., Nizhnii Arkhyz, 2005).
14. G. A. Galazutdinov, Preprint № 92 (Spec. Astrophys. Obs., Nizhnii Arkhyz, 1992).
15. E. L. Chentsov and A. N. Sarkisyan, *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **62**, 257 (2007).
16. G. A. Galazutdinov, F. A. Musaev, J. Krełowski, and G. A. H. Walker, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **112**, 648 (2000).
17. S. J. Williams, D. R. Gies, T. C. Hillwig, et al., *Astron. J.* **145**, 29 (2013).
18. S. N. Kemp, B. Bates, J. E. Beckman, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **333**, 561 (2002).
19. R. M. Crutcher and K. W. Riegel, *Astrophys. J.* **188**, 481 (1974).
20. D. E. Welty and L. M. Hobbs, *Astrophys. J. Suppl.* **133**, 345 (2001).
21. W. S. Adams, *Astrophys. J.* **109**, 354 (1949).
22. L. M. Hobbs, *Astrophys. J. Suppl.* **56**, 315 (1984).
23. A. Megier, A. Strobel, G. A. Galazutdinov, and J. Krełowski, *Astron. and Astrophys.* **507**, 833 (2009).
24. R. Génova, J. E. Beckman, S. Bowyer, and T. Spicer, *Astrophys. J.* **484**, 761 (1997).
25. T. Schmidt-Kaler, *Stars and Star Clusters* (Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1982).
26. S. R. Federman and D. L. Lambert, *Astron. J.* **104**, 691 (1992).
27. J. Brand and L. Blitz, *Astron. and Astrophys.* **275**, 67 (1993).
28. M. J. Reid, K. M. Menten, A. Brunthaler, et al., *Astrophys. J.* **783**, 130 (2014).
29. K. Dobashi, H. Uehara, R. Kandori, et al., *Publ. Astron. Soc. Japan* **57**, 1 (2005).
30. K. Dobashi, *Publ. Astron. Soc. Japan* **63**, 1 (2011).
31. И. И. Проник, *Известия Крымской астрофиз. общ.* **22**, 152 (1960).
32. K. Ogura and K. Ishida, *Publ. Astron. Soc. Japan* **28**, 35 (1976).
33. M. S. Povich, E. Churchwell, J. H. Bieging, et al., *Astrophys. J.* **696**, 1278 (2009).
34. V. H. Hoffmeister, R. Chini, C. M. Scheyda, et al., *Astrophys. J.* **686**, 310 (2008).
35. N. Smith, *Astron. J.* **133**, 1034 (2007).
36. R. Chini, V. Hoffmeister, S. Kimeswenger, et al., *Messenger* **117**, 36 (2004).
37. E. J. Aldoretta, S. M. Caballero-Nieves, D. R. Gies, et al., *Astron. J.* **149**, 26 (2015).
38. G. Pojmanski, *Acta Astronomica* **52**, 397 (2002).
39. N. Markova and I. Kolka, *Astrophys. and Space Sci.* **141**, 45 (1988).
40. B. Wolf and O. Stahl, *Astron. and Astrophys.* **235**, 340 (1990).
41. C. Sterken, T. Arentoft, H. W. Duerbeck, and E. Brogt, *Astron. and Astrophys.* **349**, 532 (1999).

42. E. L. Chentsov, V. G. Klochkova, V. E. Panchuk, et al., *Astronomy Reports* **57**, 527 (2013).

E. L. Chentsov and O. V. Marieva

A Star Couple in Ser OB1 A Association

From the concentration of stars, cold gas, and dust in the direction $l = 14^{\circ}7$; $b = -0^{\circ}9$, we have proved the existence of the Ser OB1 A association at a distance of about 2.1 kpc from the Sun and described its structure. For 29 stars belonging to the association and its vicinity, we present data on radial velocities and profiles of stellar and interstellar lines derived from original high-resolution spectra and obtained from the literature. New spectroscopic data on the unique couple HD 168607 and HD 168625 are given including the evidence on belonging of both stars to luminous blue variables (LBVs), proving their mutual proximity and membership in Ser OB1 A, and also indicating their participation in evolution of the association.

Keywords: *stars:individual:HD 168607 – stars:individual:HD 168625*