

Пара LBV в комплексе M17

Е.Л. Ченцов

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, 369167, Нижний Архыз, КЧР, Россия
echen@sao.ru

Поступила в редакцию 14 октября 2008 г.

Эта заметка посвящается И.И. и В.И. Проникам и Р.Е. Гершбергу, с которыми мне посчастливилось познакомиться в Симеизе 50 лет назад. В то время они исследовали область Галактики, включающую рассматриваемые здесь звезды. Я и с ней знакомился по их работам (Проник, 1960; Гершберг, Проник, 1961).

Речь идет о двух белых гипергигантах, HD 168607 и HD 168625, на южной окраине туманности Омега (M17). Вопросы, на которые я искал ответа средствами спектроскопии высокого разрешения, тоже два: составляют ли они физическую пару (или хотя бы принадлежат к одной ассоциации Ser OB1) и удовлетворяют ли критериям LBV (голубых переменных высшей светимости)? Сегодня на оба вопроса можно ответить положительно.

Несмотря на то, что звезды выглядят как близнецы (между ними всего 1 угловая минута и они почти одинаковы по блеску и цвету), одной из них, HD 168625, уделено больше внимания. На прямых снимках уже в видимой области спектра заметна некая странность: при одинаковой длине дифракционных лучиков диаметр изображения у HD 168625 больше, чем у HD 168607. Эффект усиливается и разъясняется при переходе в инфракрасную область: первая из звезд окружена выброшенной ею газовой-пылевой оболочкой, которая, между прочим, сыграла роль фактора, “разбивающего” пару. Если модуль расстояния HD 168607 хорошо согласуется с таковым для ассоциации Ser OB1, удаленной по Хэмфрис (1978) на 2.2 кпк, то для HD 168625 в литературе встречаются оценки расстояния от 0.4 кпк (Гарсиа-Ларио и др., 2001) до 2.8 кпк (Паскуали и др., 2002). Эти оценки подвергнуты критике Ченцовым и Гордой (2004).

Сильный аргумент в пользу пространственной близости звезд дали их спектры, большая часть из которых была получена с помощью ПЗС-эшелле спектрометров 6-м телескопа САО РАН (разрешение от 25000 до 60000, доступный спектральный интервал: 4300–7700 Å). Всего для HD 168607 с 1992 г. по настоящее время накоплено 20 спектров, для HD 168625 с 1997 г. – 7 спектров.

Межзвездные линии и полосы (DIB) одинаково сильны в спектрах обеих звезд, причем у дублета NaI (1) и наиболее узких DIB одинаковы также и профили. Они повторяют друг друга во всех деталях: у трех компонентов, на которые они распадаются при высоком разрешении, одни и те же гелиоцентрические лучевые скорости (–27, –7 и +6 км/с) и относительные интенсивности (синий компонент самый слабый, красный – самый сильный). Вряд ли это имело бы место при значительном различии в удаленности звезд и в количестве вещества на луче зрения. Не удивительно, что избытки цвета E(B–V) для HD 168607 и HD 168625 также почти одинаковы: 1.43^m и 1.41^m, соответственно.

У самих звезд необходимо сопоставлять скорости их центров масс, нахождение которых для гипергигантов затруднено нестабильностью атмосфер. Их оценка возможна прежде всего по стационарным симметричным эмиссиям FeII красной и ближней инфракрасной областей спектра (6318, 7513 Å и др.). У HD 168607 они более сильны и обильны, к тому же у этой звезды многие линии имеют P Cyg-профили и скорости, найденные по их эмиссионным компонентам при переходе от

сильных к наиболее слабым линиям, приближаются к скоростям, найденным по чистым эмиссиям FeII. Скорости, которые показывают абсорбции, изменяются со временем (пульсации, не исключена и двойственность) и от линии к линии (градиент скорости в атмосфере). Однако и по ним можно приблизиться к скоростям центров масс, найдя в каждом спектре предел, которого достигает скорость с уменьшением глубины абсорбции до нуля и затем усреднив значения $V_r (R \rightarrow 0)$ по всем имеющимся спектрам. Итоговые значения гелиоцентрических лучевых скоростей для HD 168607 и HD 168625 соответственно:

- по эмиссиям 9.3 ± 0.4 и 9 км/с (такова же и средняя скорость для M17 по Клейтону (Клейтон и др., 1985));
- по абсорбциям 11.2 ± 0.7 и 11.0 ± 1.0 км/с.

В обеих парах скорости совпадают в пределах ошибок.

Прямое свидетельство пространственной близости звезд представлено недавно Н. Смитом (2007). Он выявил вне тороидальной оболочки HD 168625 второе превосходящую ее по размерам, но более слабую биполярную туманность в виде двух зеркально-симметричных чаш. Одна из них заметно разрушена, предположительно ветром соседней HD 168607!

HD 168625 уверенно причислена к LBV, хотя и не показывает специфичной для них переменности. Двухслойная околозвездная оболочка – свидетельство того, что эта “спящая” сегодня звезда была в прошлом весьма активной и испытывала мощные LBV-эрупции, а ее чашеобразные составляющие повторяют структуру туманностей, окружающих классические LBV η Car, P Cyg, HR Car.

HD 168607, напротив, не имеет околозвездной туманности, но показывает основной признак LBV – переменность ветровой природы, при которой поярчение сопровождается покраснением (Стеркен и др., 1999). При этом спектральный класс, найденный по слабым фотосферным абсорбциям, не реагирует на небольшие вариации блеска и остается близким к B8. Но если его оценивать по сильным линиям HeI 5876 и SiII 6347Å, зона формирования которых заходит в основание ветра, то он оказывается заметно более поздним и, главное, при возрастании блеска всего на 0.2^m изменяется от V9 до A0.

Вообще, HD 168607 надежно удовлетворяет спектроскопическим критериям LBV. При близости спектральных классов HD 168625 и HD 168607 (средние значения V5 Ia-0 и V9 Ia-0 соответственно) их спектры резко различаются (Ченцов и др., 2003). Первый типичен для V-гипергиганта: в видимой области кроме H α и нескольких слабых эмиссий FeII все остальные линии – абсорбции; заметен избыток азота как в атмосфере звезды, так и в туманности. Во втором наряду с абсорбциями присутствуют многочисленные линии с профилями типа P Cyg, что характерно для LBV относительно низкой светимости. В частности, линии FeII представлены обеими разновидностями. Те линии, у которых потенциалы возбуждения около 10 eV – чистые абсорбции, а имеющие потенциалы около 3 eV (даже самые слабые) – абсорбционно-эмиссионные. Абсорбционные части P Cyg-профилей расщеплены на несколько компонентов со скоростями расширения от 20 до 160 км/с. Такой “порывистый” ветер обычен у LBV. Низкоскоростные компоненты надежно фиксируются в профилях слабых линий FeII, в то время как в сильных линиях HII они теряются, попадая на участки профилей с высокими градиентами интенсивности.

В тех случаях, когда за короткий сезон наблюдений HD 168607 удавалось получить несколько спектров, можно было наблюдать еще два характерных для LBV эффекта. Первый – постепенный сдвиг среднескоростных компонентов к синей границе профиля. За два месяца скорость расширения нарастала с 40–50 до 70–90 км/с. Второй эффект – появление в ветровых профилях наряду с синесмещенными красносмещенных, т. е. аккреционных компонентов (у LBV “порывистый” ветер иногда сопровождается “дождем”).

Таким образом, вслед за HD 168625, HD 168607 оказалась еще одной LBV-галактикой. На сегодняшний день это самая малоамплитудная LBV.

Заканчивая заметку, естественно отметить взаимосвязь вопросов, поставленных в ее начале. Принадлежность обеих звезд к одной крайне редкой разновидности переменных снижает вероятность их случайной близости на небе. И обостряет проблему группового формирования звезд максимальной массы.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда фундаментальных исследований (проект 08-02-00072 а), программы фундаментальных исследований Отделения физических наук РАН “Протяженные объекты во Вселенной” и программы Президиума РАН “Происхождение и эволюция звезд и галактик”. В работе использовались базы данных SIMBAD и CDS Страсбургского центра астрономических данных.

Литература

- Гарсиа-Ларио и др. (Garcia-Lario P., Sivarani T., Parthasarathy M., Manchado A.) // Post-AGB Objects as a phase of stellar evolution/ Eds Szczerba R., Gorny S.R. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. 2001. P. 309.
- Гершберг Р.Е., Проник В.И. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1961. Т. 26. С. 303.
- Клейтон и др. (Clayton C.F., Ivchenko V.N., Maeburn J., Walsh J.R.) // Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 1985. V. 216. P. 761.
- Паскуали и др. (Pasquali A., Nota A., Smith L.J., Akiyama S., Messineo M., Clampin M.) // Astron. J. 2002. V. 124. P. 1625.
- Проник И.И. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1960. Т. 23. С. 46.
- Смит (Smith N.) // Astron. J. 2007. V. 133. P. 1034.
- Стеркен и др. (Sterken C., Arentoft T., Duerbeck H.W., Brogt E.) // Astron. Astrophys. 1999. V. 349. P. 532.
- Хэмфрис (Humphreys R.M.) // Astrophys. J. Suppl. Ser. 1978. V. 38. P. 309.
- Ченцов и др. (Chentsov E.L., Ermakov S.V., Klochkova V.G., Panchuk V.E., Bjorkman K.S., Miroshnichenko A.S.) // Astron. Astrophys. 2003. V. 397. P. 1035.
- Ченцов Е.Л., Горда Е.С. // Письма в Астрон. журн. 2004. Т. 30. С. 511.