

УДК 524.31.02-36

Химический состав красных гигантов рассеянных звездных скоплений

Ю.В. Пахомов, А.А. Боярчук, Л.И. Антипова

Институт астрономии РАН, Россия, Москва, 119017, ул. Пятницкая, 48

Аннотация. В работе представлены предварительные результаты сравнительного анализа содержаний химических элементов в атмосферах красных гигантов нескольких рассеянных звездных скоплений.

Исследование химического состава звездных скоплений представляет интерес с нескольких сторон. Во-первых, сравнение содержаний химических элементов в атмосферах различных звезд дает возможность для проверки принадлежности этих звезд к данному скоплению. Так, например, можно обнаружить звезды поля, образовавшиеся отдельно от исследуемого скопления, но имеющие близкие кинематические параметры. Этот отбор позволяет исследовать более тонкие эффекты в различиях содержаний химических элементов звезд скопления. Во-вторых, из-за разных масс звезды одного скопления находятся на разных стадиях эволюции, поэтому можно рассматривать различия в их химическом составе с эволюционной точки зрения. Это наиболее проявляется в красных гигантах, в недрах которых развивается обширная конвективная оболочка, выносящая продукты ядерных реакций, проходивших на стадии Главной Последовательности, из внутренних слоев в атмосферу. В-третьих, можно говорить о среднем химическом составе скопления и проводить исследования в рамках химической эволюции Галактики. Наиболее интересным в настоящее время является изучение химических неоднородностей ближайших областей Галактики, а также распределений по металличности или другим параметрам в галактической плоскости и перпендикулярно ей.

Пока мы представляем предварительные результаты. На данный момент нами получены наблюдения для нескольких звезд из скоплений Ruprecht 147 (460), IC 2391 (202), NGC 2632 (201), Melotte 22 (47), NGC 6475 (420) и Gyades. Номера скоплений в скобках, а также данные о них, были взяты из каталогов (Харченко и др., 2004; Харченко и др., 2005). Спектральные наблюдения были выполнены на 2.6-м телескопе ЗТШ Крымской астрофизической обсерватории, 6-м телескопе БТА Специальной астрофизической обсерватории РАН, 2-м телескопе Терскольского филиала ИНАСАН, 2.16-м телескопе станции Xinglong (Китай) и на 2.11-м телескопе обсерватории McDonald, а также использовались спектры из публичных данных UVES ESO. Исследование спектрограмм, полученных на всех инструментах для звезды β Gem, показало отсутствие систематических ошибок в измеренных эквивалентных ширинах, что дает нам возможность дальнейшего анализа результатов обработки всех полученных наблюдений.

Для нескольких наблюдаемых звезд были впервые определены лучевые скорости, которые совместно с астрометрическими данными позволили вычислить галактические скорости (U, V, W). Используя метод Эверхарта 15-ого порядка для численного интегрирования движения звезд (при этом точность расчетов контролировалась сохранением постоянных интегралов движе-

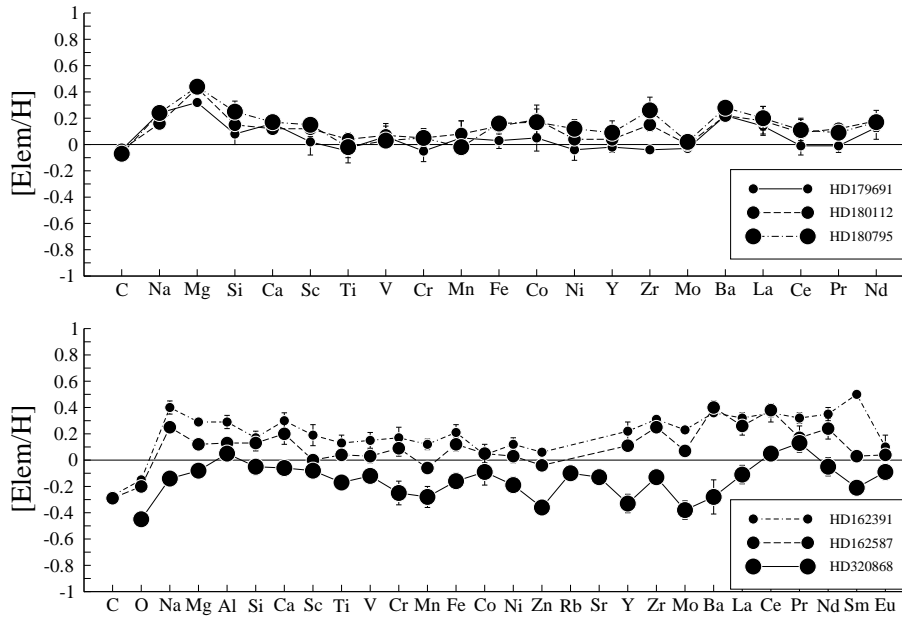


Рис. 1. Содержание химических элементов в атмосферах звезд двух скоплений: сверху – Ruprecht 147, внизу – NGC 6475

ния, за 10 орбитальных оборотов она составила: по угловому моменту $\Delta h/h < 10^{-13}$ и по полной энергии $\Delta E/E < 10^{-8}$) и трехкомпонентную модель гравитационного потенциала Галактики (Аллен и др., 1991), оценены параметры орбит исследуемых звезд, которые использовались также для уточнения принадлежности отдельных звезд к скоплениям.

По методике, основанной на анализе содержаний элементов группы железа методом моделей атмосфер Куруца, подробно описанной в (Боярчук и др., 2005), определялись эффективная температура T_{eff} , ускорение силы тяжести $\lg g$ и микротурбулентная скорость V_t . Используя эти данные, по программе ATLAS9 (Куруч, 1992) вычислялась модель звездной атмосферы. Содержания химических элементов вычислялись с помощью программы WIDTH9 по измеренным эквивалентным ширинам спектральных линий.

Анализируя кинематические характеристики и содержания химических элементов, мы сделали вывод, что некоторые звезды, скорее всего, не принадлежат звездным скоплениям, они только имеют похожие собственные движения. Это относится, например, к звезде HD320868 из скопления NGC 6475. На рис. 1 внизу показан химический состав для звезд этого скопления, из которого видно, что содержания химических элементов в атмосфере звезды HD320868 значительно отличаются от соответствующих величин для других звезд, которые находятся в согласии между собой. Для примера на рис. 1 сверху показан химический состав для звезд скопления Ruprecht 147, которые показывают одинаковые содержания химических элементов в пределах ошибок их определения, что, в общем, мы и должны наблюдать для объектов, происхождение которых связано единой средой.

Содержание легких элементов может весьма различаться для звезд одного скопления, вероятно, по причине наличия NeNa-MgAl-циклов горения водорода и значительной роли конвекции (Антипова и др., 2005). На рис. 2 показаны относительные содержания натрия, магния, алюминия и кремния в атмосферах звезд исследуемых рассеянных скоплений, а также для ранее изученных красных гигантов. Такое поведение показывают звезды скопления Melotte 22 для содержания $[Na/Fe]$, но в остальных случаях содержания $[Mg, Al, Si/Fe]$ не показывают заметных изменений от звезды к звезде в пределах одного скопления. По-видимому, причиной этого может быть малый

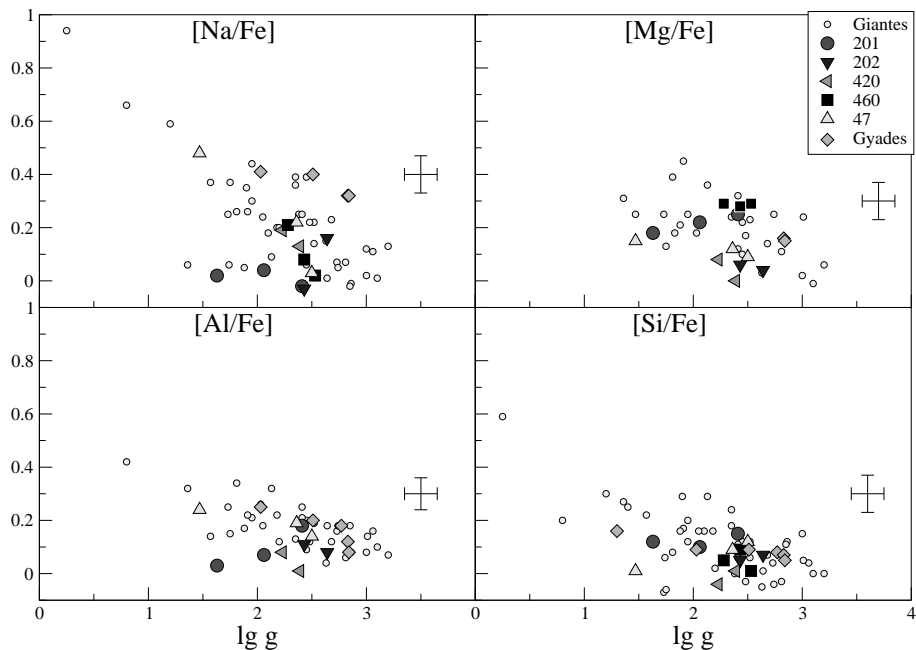


Рис. 2. Содержание $[Na, Mg, Al, Si/Fe]$ в атмосферах красных гигантов исследуемых скоплений. Номера даны по каталогу (Харченко и др., 2004)

диапазон масс и, следовательно, малые отличия в эволюционном статусе исследуемых звезд. Однако содержания этих элементов удовлетворяют ранее выведенной зависимости от ускорения силы тяжести $lg g$.

Работа выполнена частично при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 06-02-16217_a), Программы поддержки ведущих научных школ (грант НШ-4820.2006.2), Программы Президиума РАН "Происхождение и эволюция звезд и галактик", гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-9416.2006.2 и гранта РФФИ-ГФЕН (код 05-02-39005-ГФЕН_a).

Литература

- Аллен К., Сантиллан А. (Allen C., Santillan A.) // *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica*. 1991. V. 22. P. 255.
- Антипова Л.И., Боярчук А.А., Пахомов Ю.В., Юшкин М.В. // *Астрон. журн.* 2005. Т. 82. С. 601.
- Боярчук А.А., Антипова Л.И., Боярчук М.Е., Саванов И.С. // *Астрон. журн.* 2001. Т. 78. С. 349.
- Куруч (Kurucz R. L.) // *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica*. 1992. V. 23. P. 181.
- Харченко Н.В. и др. (Kharchenko N.V., Piskunov A.E., Roeser S., Schilbach E., Scholz R.-D.) // *Astron. Nachr.* 2004. V. 325. P. 740.
- Харченко Н.В. и др. (Kharchenko N.V., Piskunov A.E., Roeser S., Schilbach E., Scholz R.-D.) // *Astron. Astrophys.* 2005. V. 438. P. 1163.