

CHEMICAL COMPOSITION OF 4 STARS IN THE HIPADES ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЧЕТЫРЕХ ЗВЕЗД СКОПЛЕНИЯ ГИАДЫ

Shereta E.P.

Отделение Астрономии Одесского Национального Университета,
Одесса, Украина

АБСТРАКТ. Определены параметры атмосфер (T_{eff} , $\log g$, $[\text{Fe}/\text{H}]$, V_t) 4 звезд скопления Гиалды. Спектры получены на спектрографе ELODIE на 1.93м телескопе в обсерватории Верхнего Прованса (Франция). Получены избытки 0.1 dex для всех исследуемых элементов.

Key words: Stars: fundamental parameters.

1. Основные положения анализа звездных спектров

Анализ спектра звезды методом моделей атмосфер сводится к сравнению наблюдаемых фотометрических и спектральных характеристик с соответствующими теоретическими характеристиками, вычисленными на основе моделей атмосфер. В результате определяются: 1) эффективная температура и ускорение силы тяжести в атмосфере; 2) скорость микротурбулентности; 3) содержание элементов, линии которых присутствуют в спектре.

Основными параметрами, задающими модель атмосферы, являются эффективная температура T_{eff} и ускорение силы тяжести в атмосфере g . Для исследования химического состава конкретной звезды необходимо иметь сетку моделей, рассчитанную для некоторого набора значений T_{eff} и g .

Использованные нами модели атмосфер основываются на следующих традиционных предположениях (Соболев, 1985): – атмосфера представляет собой плоско-параллельную среду; – в ней осуществляется условие гидростатического равновесия; – атмосфера отвечает условию лучистого равновесия; – имеет место локальное термодинамическое равновесие (ЛТР).

2. Наблюдательный материал и обработка спектров

Спектры для исследуемых звезд получены на 1.93 м телескопе Обсерватории Верхнего Прован-

са (Франция), оснащенном эшелле спектрометром ELODIE. Спектральное разрешение 40 000, диапазон длин волн 4400–6800 Å. Измерение эквивалентных ширин линий велось в диапазоне длин волн 5100–6800 Å. Первичная обработка спектров (экстракция изображений, учет космических частиц, деление на плоское поле и т. д.) была выполнена непосредственно в процессе наблюдений.

Для обработки спектров использовалась программа DECH 20 Галазудинова (Галазудинов, 1992), с помощью которой производилось проведение непрерывного спектра, измерение глубин и эквивалентных ширин спектральных линий. Эквивалентные ширины линий измерены методом подгонки профиля Гаусса.

3. Определение параметров атмосфер

3.1. Эффективная температура

Эффективная температура определялась методом, в основе которого лежит различная реакция той или иной линии химического элемента с различающимися потенциалами возбуждения нижнего уровня, на температуру. Отношения таких линий также чувствительны к температуре.

Степень чувствительности разная для разных линий. Для определения T_{eff} и $\lg g$ мы использовали калибровки интенсивностей, полученные Ковтюхом В.В. (Kovtyuh et al., 2003). Внутренняя точность данного метода около 10 К. Диаграмма "содержание элемента – потенциал возбуждения нижнего уровня χ " построенная по линиям нейтрального железа дает возможность определить правильно ли вычислена эффективная температура. Такие диаграммы "содержание элемента - потенциал возбуждения нижнего уровня χ " рассчитаны по линиям нейтрального железа для четырех исследуемых звезд. Отсутствие зависимости говорит о правильности выбора эффективной температуры.

Таблица 1: Основные характеристики исследуемых звезд.

HD	V	E(B-V)	π''	Teff	lgg	Vt	[Fe/H]	Mv	Mb	lgL/L _⊙
18632	8,3	0,6	0,04266	5104	4,5	0,8	0	5,92	6,18	-0,6
25825	7,82	0,59	0,02141	5928	4,4	2	-0,04	4,36	4,41	0,12
19902	8,15	0,72	0,02373	5591	4,5	1,4	0,01	4,8	4,91	-0,07

Таблица 2: Сравнение полученных нами данных с результатами других авторов (Diane et al., 2003).

HD	наши данные			Diane et al., 2003		
	Teff	lgg	[Fe/H]	Teff	lgg	[Fe/H]
26756	5646	4,5	0,02	5650	4,5	0,06
18632	5104	4,5	0	5000	4,6	0,18
25825	5928	4,4	-0,04	6100	4,5	0,15
19902	5591	4,5	0,01	5600	4,5	0,09

3.2. Ускорение свободного падения

В данной работе ускорение силы тяжести g определялось опираясь на данные о параллаксе звезды, данные о параллаксе π'' , звездной величине V в визуальных лучах взяты из сети SIMBAD, болометрическая поправка BC из статьи Флауэра (Flower, 1996).

3.3. Определение микротурбулентной скорости

Микротурбулентная скорость Vt определена из условия независимости содержания нейтрального железа, определенного по конкретной линии от эквивалентной ширины этой линии. В качестве металличности $[Fe/H]$ мы использовали содержание определенное по линиям нейтрального железа.

Полученные значения эффективной температуры, ускорения свободного падения и металличности для двух звезд HD026756, HD025825 хорошо согласуются с данными, опубликованными в статье Польсона, Снедена и Кохрана (Diane et al., 2003). Для других же звезд HD018632, HD019902 наблюдаются различия в определении температуры, что влечет различия в металличности.

На рис. 1 указано местоположение исследуемых звезд на основании определенных нами значений светимостей $lg L/L_{\odot}$ и $lg Teff$ (квадраты), и определения этих параметров, полученные в работе (треугольники). В табл. 1 указаны основные параметры исследуемых звезд.

В табл. 2 приведены полученные нами данные и данные из работы (Diane et al., 2003). На наш взгляд, различие в эффективной температуре $Teff$ обусловлено использованием различных методов определения $Teff$.

4. Определение химического состава

Определение химического состава выполнено в предположении условия ЛТР. Были использованы модели атмосфер Куруца (Kurucz, 1993). Выбор модели осуществлялся стандартной интерполяцией моделей по $Teff$ и $lg g$. При этом модель по металличности принималась равной солнечной в первом приближении.

Определение содержания элементов Fe, C, Na, Mg, Al, Si, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Ru, Ba, La выполнено по измеренным эквивалентным ширинам линий с использованием солнечных сил осцилляторов (Kovtyuh & Andrievsky, 1999), по программе Куруца WIDTH9, осуществляющей модельный расчет эквивалентной ширины.

В табл. 3 приведены отношения содержания химического элемента к содержанию железа:

$$lg(A/Fe) = lg(A/H) - lg(H/Fe).$$

Большинство рассматриваемых элементов показы-

Таблица 3: Отношение содержания химического элемента к содержанию железа.

хим. эл-т	HD18632 [A/Fe]	HD19902 [A/Fe]	HD26756 [A/Fe]	HD25825 [A/Fe]
C	-	0,05	-0,05	0,25
Na	0,2	0,03	0,11	0,04
Mg	0,07	0,17	-0,1	-
Al	0,1	0,09	0,39	0,07
Si	0,07	0,09	0,13	0,14
S	-	-	0,28	-
Ca	0,12	0,06	0,02	-0,01
Sc	0,09	0,11	0,02	0,06
Ti	0,16	0,08	0,14	-
V	0,2	0,11	0,15	0,15
Cr	0,14	0,1	0,21	0,2
Mn	0,25	0,21	0,14	0,2
Co	0,28	0,11	0,04	0,36
Ni	0,12	0,08	0,01	0,05
Cu	0,03	0,07	0,02	-
Sr	0,21	-	-	-
Y	0,04	0,34	0,25	-0,08
Zr	-	-	-0,05	-
Ru	-	0,21	0,08	-
Ba	0,37	0,27	0,12	0,02
La	-	-	-	0,21

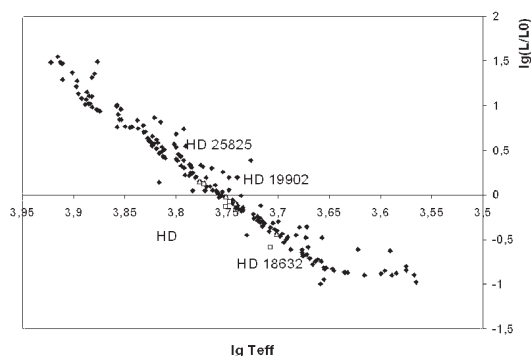


Рис. 1: Диаграмма Гершпрунга-Рассела

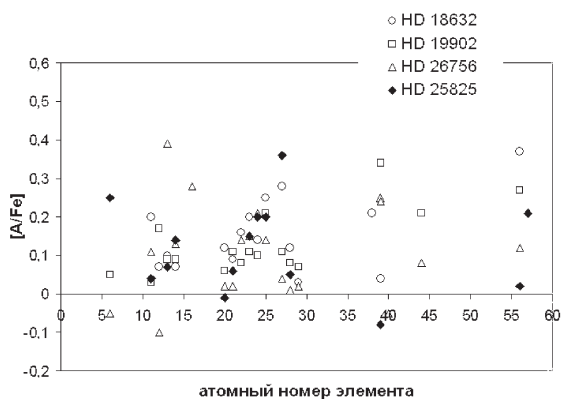


Рис. 2: Сравнение содержания элементов исследуемых звезд

вает небольшой избыток, что соответствует данному возрасту скопления и ранее полученным данным.

В среднем точность определения содержания железа порядка 0,1 dex. Полученные нами содержания железа по линиям нейтрального и ионизованного железа совпадают в пределах точности определения этих содержаний. Поскольку определения были выполнены с использованием ускорения силы тяжести, опираясь на параллаксы, полученное совпадение содержаний по линиям Fe I и Fe II являются косвенным подтверждением выполнения условия локального термодинамического равновесия и возможности использования для определения ускорения силы тяжести метода ионизационного равновесия. На рис. 2 показано сравнительное содержание химических элементов в атмосферах звезд.

Ошибки определения

В данной работе посчитана погрешность в качестве примера для одной из звезд HD 25825. По-

скольку звезды имеют сходные параметры их ошибки определения химического состава не будут значительно отличаться. Ошибка рассчитывалась по формуле:

$$Total = ((\Delta \lg Teff)^2 + (\Delta \lg g)^2 + (\Delta Vt)^2)^{1/2}$$

В табл. 4 приведена ошибка для каждого из химических элементов.

Таблица 4: Погрешности определения содержания химических элементов.

хим. эл-т	$\Delta Teff$	$\Delta \lg g$	ΔVt	Total
Fe	-0,005	-0,005	-0,01	0,005
Fe	0	0,085	-0,06	0,104
C	$6,9 \cdot 10^{-18}$	0,04	0,05	0,064
Na	0,01	0,03	-0,05	0,063
Al	-0,005	0,04	-0,02	0,042
Si	0,005	0,05	-0,02	0,055
Ca	-0,045	0,035	-0,13	0,122
Sc	0,015	0,04	-0,05	0,064
V	0	0,035	-0,02	0,04
Cr	0,06	0,035	-0,02	0,108
Mn	0,005	0,04	-0,08	0,092
Co	0,245	0,275	0,21	0,44
Ni	-0,01	0,035	-0,06	0,067
Zr	-0,005	0,04	-0,01	0,041
Ba	$3,5 \cdot 10^{-18}$	0,045	-0,3	0,303
La	$6,9 \cdot 10^{-18}$	0,04	0,13	0,136

Acknowledgements. This work is based on spectra collected with the 1.93-m telescope of the OHP (France) and the ESO Telescopes at the Paranal Observatory under programme ID266.D-5655.

Литература

Соболев В.В.: 1985, *Курс теоретической астрофизики (3-е изд.)*, М.: Наука, 504 с.
 Diane B. Paulson, Chr. Sneden & William D. Cochran: 2003, *AJ*, **6**.
 Kovtyuh V.V., Soubiran C., Belic S.L., Gorlova N.I.: 2003, *A&A*, **411**, 559-564.
 Flower P.J.: 1996, *AJ*, **469**.
 Галазудинов Г.А.: 1992, *Препринт Спец. Астрофиз. Обсерватория*, N 92, с. 52.
 Kurucz R.L.: 1993, *Atlas 9 stellar atmosphere programs and 2 km/s grid*. – Cambridge: Smithsonian Astrophys. Observ., CD-ROM N 13.
 Kovtyuh V.V., Andrievsky S.M.: 1999, *A&A*, **351**, 597.