

Ревизия содержания Na и Al в звездах диска и гало

В.С. Менжевицкий, В.В. Шиманский, Н.Н. Шиманская

Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, РФ, 420008
vt@ksu.ru, Slava.Shimansky@ksu.ru, Nelli.Shimanskaya@ksu.ru

Поступила в редакцию 19 декабря 2012 г.

Не-ЛТР анализ содержания ряда элементов в атмосферах звезд показывает, что для них могут существовать значительные не-ЛТР поправки содержаний: до 0.3 dex, а в ряде случаев до 1 dex. Нами были проведены расчеты теоретических не-ЛТР поправок для атомов AlI и NaI для сеток моделей атмосфер (Кастелли, Куруц, 2003) в широком диапазоне параметров: T_{eff} от 4000 К до 9000 К, $\log g$ от 0.0 до 4.5, и различных содержаний тяжелых элементов.

Для алюминия эти поправки велики, и для некоторых моделей достигают величин порядка 1 dex. Результаты расчетов показывают, что поправки положительны и существенны для звезд с температурой $T_{eff} > 6000$ К, слабо зависят от $\log g$, но возрастают с уменьшением металличности (Менжевицкий и др., 2011; Менжевицкий и др., 2012). Для натрия не-ЛТР поправки являются значительными (до 0.7 dex) и отрицательными (Мапонкина и др., 2000; Иванова, Шиманский, 2000).

Данные элементы образуются в сходных процессах: натрий – преимущественно при гидростатическом горении углерода в массивных звездах, а также частично при Ne-Na цикле в слоевом источнике; Al – при гидростатическом горении углерода и неона, а также в Mg-Al цикле. Эти процессы, согласно существующим теориям, обеспечивают 98 % синтеза указанных элементов (Вусли, Вивер, 1995; Самлапд, 1998). Учитывая, что процессы синтеза данных элементов схожи, а не-ЛТР отклонения для них различны, мы провели определение содержания этих элементов для нескольких выборок звезд, параметры которых приведены в таблице 1.

Эффективная температура звезд в указанных выборках определялась авторами работ по калибровке Алонсо (Алонсо и др., 1996). Значения $\log g$ определялись по параллаксам. Для достижения однородности результатов нами было проведено переопределение металличности исследуемых звезд и скорости микротурбулентности. Это было сделано на основе анализа линий FeII (от 4 до 15 линий) для исследуемых звезд.

Результаты расчетов для исследуемых выборок звезд для Na и Al представлены на рисунках.

Таблица 1. Данные по выборкам звезд

Авторы	Кол-во	T_{eff} , К	$\log g$	[Fe/H]
Кейрель и др., 2004	35	4500 ÷ 5300	1.0 ÷ 2.5	-4.0 ÷ -2.0
Томкин и др., 1997	9	5800 ÷ 6300	4.0 ÷ 4.3	0.0 ÷ 0.2
Галеев и др., 2004	16	5300 ÷ 6000	3.5 ÷ 4.5	-0.5 ÷ 0.1
Алвес-Брито и др., 2010	80	4000 ÷ 5000	1.0 ÷ 3.2	-1.6 ÷ 0.2
Каррера, Панчино, 2011	9	4700 ÷ 5000	2.5 ÷ 3.0	-0.25 ÷ 0.2
Джонселл и др., 2005	28	4900 ÷ 6100	2.7 ÷ 4.7	-1.8 ÷ -0.5

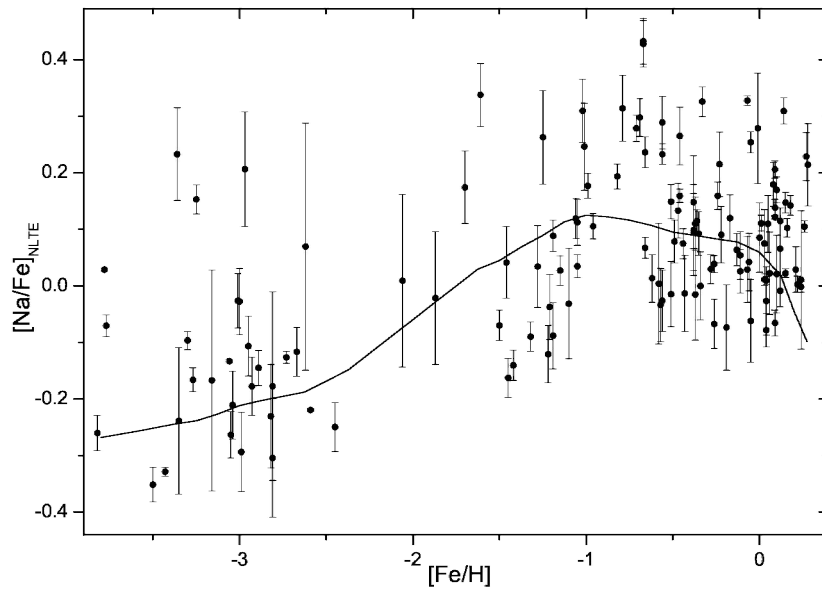


Рис. 1. Не-ЛТЭ содержания натрия для исследуемых звезд

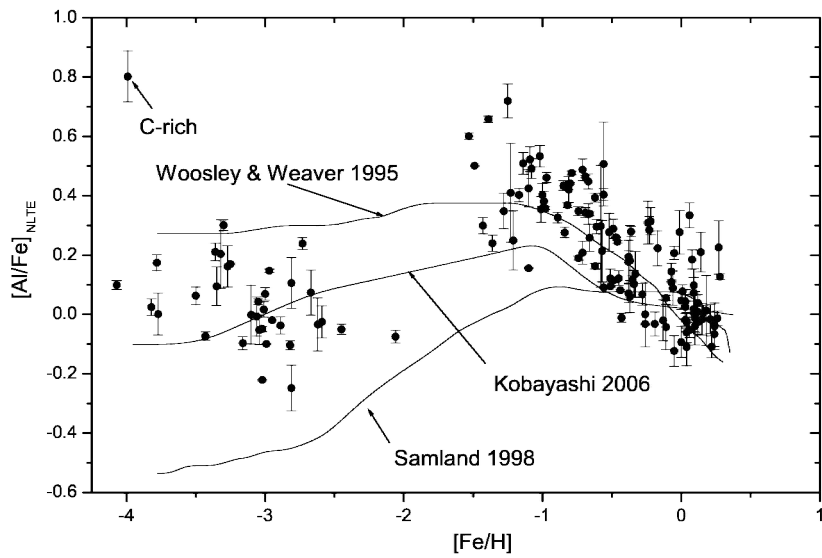


Рис. 2. Не-ЛТЭ содержания алюминия для исследуемых звезд

На рис. 1. с не-ЛТЭ содержаниями натрия сплошной линией показана теоретическая кривая по данным работы Самланда (Самланд, 1998). В целом, данная теоретическая кривая хорошо описывает получившиеся результаты определения содержания натрия в атмосферах звезд.

На рис. 2. с не-ЛТР содержаниями алюминия представлены три теоретические кривые. Нижняя из них была получена Самландом для объяснения имеющегося распределения содержаний алюминия, полученных в рамках гипотезы ЛТР (Самланд, 1998). Для этого Самланд увеличил в 5 раз (относительно теории Вусли-Вивера, 1995) выход алюминия в Mg-Al цикле, после чего получил удовлетворительное согласие для случая ЛТР.

Не-ЛТР поправки для алюминия положительны, величина их увеличивается с уменьшением металличности. Поэтому при отказе от гипотезы ЛТР мы получили результаты, для которых теоретическая зависимость Самланда уже не оказывается верной. Более того, для звезд с умеренным дефицитом металлов (до $[A] = -1.0$) верхняя кривая (Вусли, Вивер, 1995) имеет лучшее согласие с полученными результатами.

На полученные данные нами также была наложена теоретическая кривая химической эволюции алюминия из работы Кобаяши (Кобаяши и др., 2006), и для звезд малой металличности она наилучшим образом согласуется с полученными результатами. Однако в области звезд нормальной металличности и звезд с умеренным дефицитом металлов эта кривая несколько хуже описывает полученные данные, чем теоретическая зависимость Вусли-Вивера (1995).

Литература

- Алвес-Брито и др. (Alves-Brito A., Melendez J., Asplund M., Ramirez I., Yong D.) // *Astron. Astrophys.* 2010. V. 513. P. 70.
- Алонсо и др. (Alonso A., Arribas S., Martinez-Roger C.) // *Astron. Astrophys.* 1996. V. 313. P. 873.
- Вусли, Вивер (Woosley S.E., Weaver T.A.) // *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 1995. V. 101. P. 181.
- Галеев и др. (Галеев А.И., Бикмаев И.Ф., Машонкина Л.И., Мусаев Ф.А., Галазутдинов Г.А.) // *Астрон. журн.* 2004. Т. 81. С. 561.
- Джонселл и др. (Jonsell K., Edvardsson B., Gustafsson B., Magain P., Nissen P.E., Asplund M.) // *Astron. Astrophys.* 2005. V. 440. P. 321.
- Иванова, Шиманский (Иванова Д.В., Шиманский В.В.) // *Астрон. журн.* 2000. Т. 77. С. 432.
- Каррера, Панчино (Carrera R., Pancino E.) // *Astron. Astrophys.* 2011. V. 535. P. 30.
- Кастелли, Курucz (Castelli F., Kurucz R.L.) // *IAU Symp* № 210 "Modelling of Stellar Atmospheres". 2003. A20. P. 424.
- Кейрель и др. (Cayrel R., Depagne E., Spite M., Hill V., Spite F., Francois P., Plez B., Beers T., Primas F., Andersen J., Barbuy B., Bonifacio P., Molaro P., Nordstrom B.) // *Astron. Astrophys.* 2004. V. 416. P. 1117.
- Кобаяши и др. (Kobayashi C., Umeda H., Nomoto K., Tominaga N., Ohkubo T.) // *Astrophys. J.* 2006. V. 653. P. 114.
- Машонкина и др. (Машонкина Л.И., Шиманский В.В., Сахибуллин Н.А.) // *Астрон. журн.* 2000. Т. 77. С. 893.
- Менжевицкий и др. (Менжевицкий В.С., Шиманский В.В., Шиманская Н.Н.) // *Ученые записки Казанского университета.* 2011. Т. 153. С. 95.
- Менжевицкий и др. (Менжевицкий В.С., Шиманский В.В., Шиманская Н.Н.) // *Астрофизический Бюллетень.* 2012. Т. 67. С. 308.
- Самланд (Samland M.) // *Astrophys. J.* 1998. V. 496 P. 155.
- Томкин и др. (Tomkin J., Edvardsson B., Lambert D.L., Gustafsson B.) // *Astron. Astrophys.* 1997. V. 327. P. 587.