

MODEL ÜSULU İLƏ 89 HER (F2Ia) ULDUZUNUN ATMOSFERİNİN TƏDQIQI

Z.A.SƏMƏDOV*, Ə.M.XƏLİLOV**

*Bakı Dövlət Universiteti, **Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası

Kuruğun modellərinə əsaslanaraq 89 Her(F2Ia)=HD163506=BS6685 ulduzunun yüksək dispersiyalı spektri analiz edilmişdir. Effektiv temperatur- (T_{eff}) və ağırlıq qüvvəsi təjili (g) üçün aşağıdakı qiymətlər alınmışdır: $T_{eff}=6300\pm 150K$, $lgg=0.5\pm 0.2$. FeI, FeII və TiII xəttləri əsasında mikroturbulent hərəkət sürəti (ξ_t) tədqiq edilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, FeI və TiII xəttlərinə görə $\xi_t=(7.0\pm 0.5)km/s$, FeII xəttlərinə görə isə $\xi_t=(8.0\pm 0.5) km/s$ -dir.

89 Her ulduzunun atmosferində 23 elementin miqdarı təyin edilmişdir. Günəşin kimyəvi tərkibi ilə müqayisədə Na elementinin miqdarının artıqlığı, digər elementlərin miqdarının isə azlığı aşkar edilmişdir.

§1. Müşahidə materialı və onun işlənilməsi

Bizim tərəfimizdən artıq bir neçə A-F spektral sinifli ulduzların atmosferləri model üsulu ilə tədqiq edilmişdir [1, 2, 3, 4]. Bu işdə model üsulu ilə 89 Her (F2Ia)=HD163506=BS6685 ulduzu tədqiq edilmişdir.

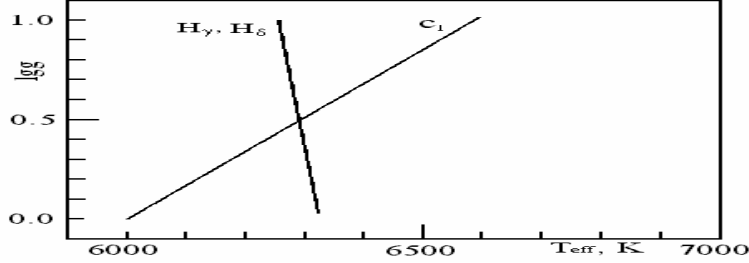
89 Her ulduzu $b=21^\circ.9$ qalaktik enlikdə və Qalaktika müstəvisindən $z=2600 ps$ məsafədə yerləşir. Ulduzun spektrləri Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2-m teleskopunun kude fokusunda $8 \text{ \AA}/mm$ və $12 \text{ \AA} /mm$ dispersiyalarla alınmışdır. Müşahidə materiallarının alınması və işlənilməsi [5]-də şərh edilir. Hesablamalar Kuruğun modellərinə [6] əsaslanır. Üsulun əsasları [7]-də şərh edilmişdir.

§2. Effektiv temperatur və ağırlıq qüvvəsi təjilinin təyini

Effektiv temperatur və ağırlıq qüvvəsi təjili aşağıdakı iki kriteriyadan istifadə edilərək təyin edilmişdir:

1. Hidrogenin Balmer seriyasının H_γ və H_δ xəttlərinin profilləri və ekvivalent enliklərinin müşahidə və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin [6] müqayisəsi;
2. $[j_1]$ indeksinin müşahidə [8] və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin [6] müqayisəsi.

Dördrəngli uvby sistemində $[j_1]$ indeksi $[j_1] = j_1 - 0.20(b-y)$ düsturu ilə təyin edilir. Bu kəmiyyət ulduzlararası fəzada udulmanın təsirindən azaddır. Göstərilən kriteriyalardan istifadə edərək şəkil 1-də $T_{\text{eff}} - g$ diaqramı qurulmuşdur. Bu diaqram əsasında 89 Her ulduzunun effektiv temperaturu (T_{eff}) və səthində ağırlıq qüvvəsi təjilinin qiymətləri təyin edilmişdir: $T_{\text{eff}}=6300\pm 150\text{K}$, $\lg g=0.5\pm 0.2$



Şəkil 1. Effektiv temperatur və ağırlıq qüvvəsi təjilinin təyini üçün diaqram.

§3. Mikroturbulentliyin analizi

Qeyd etdiyimiz kimi, ([1, 2, 3, 4]) mikroturbulentliyi dəqiq tədqiq etmək üçün hər hansı atom və iona məxsus, geniş ekvivalent enliklər diapozonunu əhatə edən çoxlu sayda xəttlər olmalıdır. Mikroturbulent hərəkət sürəti (ξ_t), bu xəttlərə görə təyin olunmuş elementin miqdarının ($\lg \varepsilon$) ekvivalent en (W_λ) artdıqca sistemə dəyişməməsi kriteriyası ilə təyin edilir. 89 Her ulduzunun spektrində ən çox müşahidə olunan xəttlər FeI, FeII və TiII-yə məxsus xəttlərdir, həmçinin bu xətlərin osilyator güjləri daha dəqiq təyin edilmişdir. 89 Her ulduzunun seçdiyimiz model əsasında, mikroturbulent hərəkət sürətinin müxtəlif qiymətlərində $\lg \varepsilon$ (FeI), $\lg \varepsilon$ (FeII) və $\lg \varepsilon$ (TiII) miqdarları hesablanmışdır. Aşkar edilmişdir ki, anjaq $\xi_t = 7 \text{ km/s}$ olduqda FeI və TiII xəttləri, $\xi_t = 8 \text{ km/s}$ olduqda isə FeII xəttləri üçün $\lg \varepsilon$ ilə W_λ arasında korelyasiya olmur (şəkil 2, 3, 4). Beləliklə, baxılan ulduzun atmosferində mikroturbulent

hərəkət sürəti üçün aşağıdakı qiymətlər təyin edilmişdir: FeI və TiII xətlərinə görə $\xi_t = (7.0 \pm 0.5)$ km/s, FeII xətlərinə görə $\xi_t = (8.0 \pm 0.5)$ km/s.

§4. Kimyəvi tərkibin təyini

Hesablanmış atmosfer modelinə əsaslanaraq 89 Her ulduzunun atmosferində elementlərin miqdarı təyin edilmişdir. Mikroturbulent hərəkət sürəti üçün $\xi_t = 7.5$ km/s qiyməti götürülmüşdür. Alınmış nəticələr jədvəl 1-də göstərilir. Elementlərin miqdarı loqarifmik şkalada verilir.

Cədvəl 1

89 Her ulduzunun və Günəşin atmosferində kimyəvi elementlərin miqdarı

Element	89 Her		Günəş	Element	89 Her		Günəş
	Xətlərin sayı	$\lg \mathcal{E}$	$\lg \mathcal{E}_\odot$		xətlərin sayı	$\lg \mathcal{E}_\odot$	$\lg \mathcal{E}_\odot$
Cl	5	8.28±0.14	8.61	FeI	22	6.62±0.20	7.60
NaI	1	6.48	6.28	FeII	22	6.75±0.20	7.60
MgI	5	6.70±0.04	7.36	CoI	1	3.28	4.70
SiI	4	7.51±0.14	7.65	NiI	5	5.66±0.29	6.08
SiII	7	7.35±0.24	7.55	NiII	3	5.72±0.19	6.21
SI	3	6.97±0.10	7.24	YII	6	2.03±0.30	2.24
CaI	11	5.34±0.30	6.36	ZrII	8	1.94±0.20	2.96
ScII	6	1.68±0.07	3.00	BaII	3	0.72±0.12	2.11
TiI	5	4.57±0.17	4.86	LaII	3	-0.24±0.02	1.30
TiII	25	3.95±0.05	4.96	CeII	2	0.46±0.30	1.59
VII	9	3.63±0.30	4.00	PrII	3	0.4±0.30	0.83
CrI	3	4.60±0.18	5.61	NdII	1	-0.55	1.26
CrII	20	4.92±0.17	5.50	SmII	3	0.18±0.10	1.06
MnI	6	4.40±0.18	5.55	GdII	1	0.09	1.12

$\lg \varepsilon (El) = \lg [N(El)/N(H)] + 12$, hidrogen üçün $\lg \varepsilon (H) = 12$. Cədvəl 1-də həmçinin Günəş atmosferinin kimyəvi tərkibi verilmişdir. Həm $\lg \varepsilon_{\odot}$ qiymətləri, həm də ossilyator güjləri əvvəlki işlərimizdə [1, 2, 3, 4] istifadə etdiyimiz qiymətlərlə üst-üstə düşür. Qeyd edək ki, əvvəlki işlərdə olduğu kimi, elementlərin miqdarı nisbətən zəif xəttlərə əsasən təyin edilmişdir. Mikroturbulentliyin və sönmənin xətlərinin təsiri bu xəttlər üçün zəifdir.

Şəkil 5-də təyin olunmuş kimyəvi tərkib Günəşin kimyəvi tərkibi ilə müqayisə olunur. Göründüyü kimi, natrium elementinin miqdarının artıqlığı,

digər elementlərin miqdarının isə azlığı müşahidə olunur. Xüsusilə, Ca, Sj, Mn, Fe, Co, Zr, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Gd elementlərinin miqdarı Günəşlə müqayisədə xeyli azdır. Bu elementlər üçün $\Delta \lg \varepsilon (El) = -1.0$. Qeyd etdiyimiz kimi 89 Her ulduzu Qalaktika müstəvisindən $Z=2600$ ps məsafədə yerləşir. Bu ulduz yüksək qalaktik enlikdə yerləşən (FHGL) ifratnəhəng ulduzdur. FHGL ulduzları Qalaktikanın yaşlı ulduzlarıdır. Bu ulduzların xarakterik jəhəti onların atmosferlərində metalların miqdarının azlığıdır.

§5. Təkamül parametrlərinin təyini

T_{eff} və l_{gg} -nin qiymətləri məlumdursa, kütlə (M), radius (R) və işıqlılığı (L) təyin etmək olar. Kütlə (M) təkamül hesablamalarının [8, 9] köməyi ilə tapılır. M məlumdursa, radius və işıqlılıq aşağıdakı ifadələrdən təyin edilir:

$$\lg(R/R_{\odot}) = 2,22 + 0.5(M/M_{\odot}) + 0.5l_{gg}$$

$$\lg(L/L_{\odot}) = -15.045 + 2\lg(R/R_{\odot}) + 4\lg T_{eff}$$

burada M_{\odot} , R_{\odot} və L_{\odot} Günəşin uyğun olaraq kütləsi, radiusu və işıqlılığıdır.

89 Her ulduzu üçün təyin etdiyimiz $T_{eff}=(6300\pm 150)K$, $l_{gg}=0,5\pm 0,2$ qiymətlərinə əsaslanaraq, M , R və L -in aşağıdakı qiymətlərini alırıq:

$$M/M_{\odot}=30\pm 5$$

$$\lg(R/R_{\odot})=2.71\pm 0.1 \quad (R=513R_{\odot})$$

$$\lg(L/L_{\odot})=5,56\pm 0.5 \quad (L=3.6*10^5 L_{\odot})$$

Qeyd edək ki, bu parametrlərin təyini zamanı heliumun başlanğıc qiyməti üçün $Y=0.28$, metalların başlanğıc qiyməti üçün isə $Z=0.02$ qiyməti götürülmüşdür.

§6. Əsas nəticələr

1. Model üsulu ilə 89Her ulduzunun effektiv temperaturu və ağırlıq qüvvəsi təjili təyin edilmişdir: $T_{eff}=(6300\pm 150)K$, $l_{gg}=0.5\pm 0,2$
2. FeI, FeII və TiII xəttləri əsasında mikroturbulent hərəkət sürəti tədqiq edilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, FeI və TiII xəttlərinə görə $\xi_t=(7\pm 0.5)km/s$, FeII xəttlərinə görə isə $\xi_t=(8\pm 0.5)km/s$.
3. 89 Her ulduzunun atmosferində 23 kimyəvi elementin miqdarı təyin edilmişdir. Günəşin kimyəvi tərkibi ilə müqayisədə, natrium elementinin artıqlığı, digər elementlərin miqdarının isə azlığı alınmışdır. Xüsusilə Ca, Sj, Mn, Fe, Co, Zr, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Gd elementlərinin miqdarı Günəşlə müqayisədə xeyli azdır.

Müəlliflər Krim Astrofizika Rəsədxanasının əməkdaşları L.S. Lyubimkova və S. Rostopçinə kompleks hesablama proqramlarını və Kuruçun modellərini təqdim etdikləri üçün öz dərin təşəkkürlərini bildirirlər.

ƏDƏBİYYAT

1. Любимков Л.С., Самедов З.А. Исследование атмосферы сверхгиганта δ СМа (F8Ia) и определение его эволюционных параметров. Изв. Крымской астрофизической обсерватории, 1985, т.72, с.99-106.
2. Любимков Л. С., Самедов З.А. Исследование химического состава и других параметров звезды π Sqg как двойной системы. Изв.Крымской астрофизической обсерватории, 1987, т.77, с.97-114.
3. Любимков Л.С., Самедов З.А. О переменности микротурбулентности в атмосферах F- сверхгигантов. Астрофизика, 1990, т.32, с.49-61.
4. Самедов З.А. Исследование атмосферы сверхгиганта α Cyg (A2Ia). Астрономический журнал, 1993, т.70, с.82-90.
5. Зейналов С.К., Халилов А.М., Гасанова А.Р. Спектроскопическое исследование сверхгиганта 89 Геркулес. Кинематика и физика небесных тел, 1988, т.4, №5, ст.19-24.
6. Kurucz L.S., CD-Roms, 1993.
7. Löbimkov L.S. Primenenie modeley atmosfer pri issledovanii zvezd klassov B-G. Izv. Krimskoy astrofiziceskoy observatorii, 1980, t.62, s.44-54.
8. Besker S.A. The evolution of intermediate-mass star from the zero-age main sequence to the base of the asymptotic giant branch as a function of mass and compositio., Astrophys. J. Suppl., 1981, v.45, p.475-505.

9. Brunish W.M., Truran J.M. The evolution of massive stars. I. The influence of mass loss on population I stars. *Astrophys. J.*, 1982, v.256. № 1, p.247-258.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРХГИГАНТА
89 HER (F2Ia) МЕТОДОМ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕР**

З.А.САМЕДОВ, А.М.ХАЛИЛОВ

АННОТАЦИЯ

На основе моделей атмосфер Куруца по высокодисперсионным спектрограммам исследован сверхгигант 89 Her (F2Ia). Получены следующие значения эффективной температуры и ускорения силы тяжести: $T_{\text{эф}} = 6300 \pm 150\text{K}$, $\lg g = 0.5 \pm 0.2$. На основе линий FeI, FeII и TiII исследован микротурбулентность. Получено, что по линиям FeI и TiII $\xi_t = (7.0 \pm 0.5)\text{км/с}$, а по линиям FeII $\xi_t = (8.0 \pm 0.5)\text{км/с}$. Определено содержание 23 элементов. Химический состав атмосферы 89 Her оказался пониженным по сравнению с Солнечным. Однако натрий показал избыток по отношению к Солнцу.

Путем сравнения с результатами эволюционных расчетов найдены массы, радиусы и светимости: $M=(30 \pm 5)M_{\odot}$, $R=513R_{\odot}$, $L=3.6*10^5L_{\odot}$.

**A MODEL ATMOSPHERE ANALYSIS
OF THE SUPERGIANT 89 HER (F2Ia) BY**

Z.A.SAMEDOV, A.M.XALILOV

ABSTRACT

Using model atmospheres of Kurucz we have investigated high dispersion spectra of the supergiant 89 Her (F2Ia). The following values of effective temperature and surface gravity were obtained: $T_{\text{ef}} = 6300 \pm 150\text{K}$, $\lg g = 0.5 \pm 0.2$.

The analysis of FeI, TiII lines showed $\xi_t = (7.0 \pm 0.5)\text{ km/s}$, FeII lines $\xi_t = (8 \pm 0.5)\text{ km/s}$.

The abundances of 23 elements were determined. The resulting element abundances for the 89 Her were found to be lower with respect to the Sun. In the atmosphere of 89 Her was star observed the sodium overabundance in comparison with of the solar.

From evolutionary calculations we derived a mass, radius and luminosity for 89 Her of $M = (30 \pm 5)M_{\odot}$, $R = 513R_{\odot}$, $L = 3.6*10^5L_{\odot}$.