

**v HER (F2II) ULDUZU ATMOSFERİNDƏ  
KİMYƏVİ ELEMENTLƏRİN MİQDARININ TƏYİNİ**

**C.M.QULUZADƏ\*, Z.A.SƏMƏDOV\*, Ə.M.XƏLİLOV\*\***

**\*Bakı Dövlət Universiteti, \*\*Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası**

*Kuruğun modellərinə əsaslanaraq v Her (F2II)=HD 164136=BS 6707 ulduzunun yüksək dispersiyalı spektrləri analiz edilmişdir. Ulduzun effektiv temperaturu ( $T_{eff}$ ), səthində ağırlıq qüvvəsinin təjili ( $lg g$ ), mikroturbulent hərəkət sürəti ( $\zeta$ ) və kimyəvi tərkibi təyin edilmişdir. Effektiv temperatur ( $T_{eff}$ ) və ağırlıq qüvvəsi təjili ( $lg g$ ) üçün aşağıdakı qiymətlər alınmışdır:  $T_{eff} = 5900 \pm 200$  K,  $lg g = 1.9 \pm 0.2$ . Mikroturbulent hərəkət sürəti FeI xətlərinə əsasən təyin edilmişdir. Bu xətlərə əsasən  $\zeta = (1.9 \pm 0.5)$  km/s.*

*v Her ulduzunun atmosferində 14 elementin miqdarı təyin edilmişdir. Günəşin kimyəvi tərkibi ilə müqayisədə kükürd elementinin miqdarının artıqlığı, digər elementlərin miqdarının isə azlığı aşkar edilmişdir.*

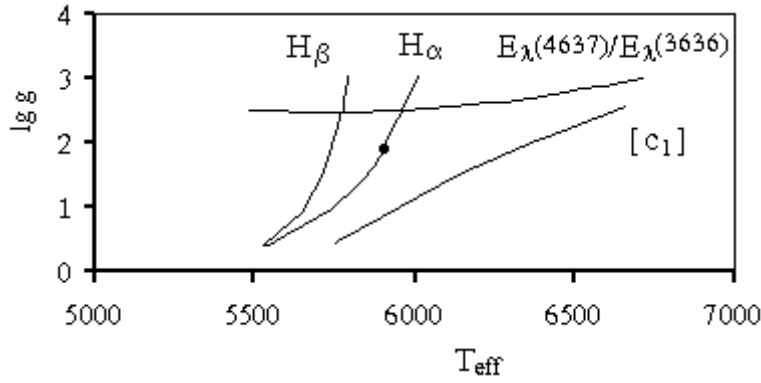
**§1. Müşahidə materialı və onun işlənməsi**

Bu işdə model üsulu ilə v Her = HD 164136=HR 6707 (spektral sinfi F2II, görünən ulduz ölçüsü  $m_v = 4^m.48$ , mütləq ulduz ölçüsü  $M_v = -0^m.7$ ) ulduzu tədqiq edilmişdir. Ulduzun spektrləri 2004-cü ilin avqust ayında Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası 2-m teleskopunun kasseqren fokusunda qoyulmuş, yüksək ayırma gücünə malik olan, (R = 14000, S / N = 200) müasir YƏC qəbuledicisinin köməyi ilə alınmışdır. Müşahidə materialları  $\lambda 4760-6600\text{Å}$  spektral oblastını əhatə edir. Bu oblast üçün dispersiya 8 Å/mm-dən 11 Å/mm-ə qədər dəyişir. Ulduzun 2 spektri alınmışdır. Gecə ərzində ulduzun spektrlərində güclü dəyişənlik olmadığı üçün spektrlər ortalaşdırılmışdır. Spekrtdə müşahidə olunan 200-ə qədər xətt eyniləşdirilmiş və onların ekvivalent enləri ( $W_\lambda$ ) hesablanmışdır. Zəif və güclü xətlərdə ekvivalent enliklərin ölçülməsindəki xətlər 2-5 % -dən çox deyildir. Spektrlərin tədqiq olunması Qalazutdinov [1] tərəfindən təqdim olunmuş DECH-20 proqramı vasitəsi ilə həyata keçirilmişdir.

**§2. Effektiv temperatur və ağırlıq qüvvəsi təcilinin təyini**

v Her ulduzu atmosferinin tədqiqi Kuruğun modelləri [2] əsasında aparılmışdır. Tədqiq olunan üsulun dəqiq şərh [3]-də verilmişdir. Qeyd edək ki, bu üsul bir sıra fotometrik və spektral kəmiyyətlərin müşahidə və nəzəri qiymətlərinin müqayisəsinə əsaslanır. Ulduzun effektiv temperaturu və səthində ağırlıq qüvvəsinin təcili aşağıdakı kriteriyalardan istifadə etməklə təyin edilmişdir:

- 1) Hidrogenin Balmer seriyasının  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$  xətləri profillərinin (ekvivalent enlərinin) müşahidə və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi;
- 2)  $[c_1]=c_1-0,2(b-y)$  indeksinin müşahidə və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi;  $c_1$  və  $(b-y)$  kəmiyyətinin ölçülmüş qiymətləri [4] də verilir. Qeyd edək ki, bu fotometrik indeks ulduzlara-rası fəzada udulmanın təsirindən azaddır.  $\nu$  Her ulduzu üçün  $[c_1]=0.86$ .
- 3) Balmer sıçrayışına qədər və sonrakı dalğa uzunluqlarında ( $\lambda=3636\text{\AA}$  və  $\lambda=4637\text{\AA}$ ) şüalanma selinin müşahidə və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi;  $\nu$  Her ulduzunun spektrində enerjinin müşahidədən tapılmış paylanması [5] verilmişdir. Ulduzlar arası udulmanın təsirini hesablayaraq [5] əsasında  $\nu$  Her ulduzunda enerjinin müşahidədən tapılmış paylanma əyrisinə əsasən  $\lg(E_{4637}/E_{3636})=0.314$  təyin edilmişdir.
- 4) Göstərilən kəmiyyətlərin nəzəri hesablanmış qiymətləri, qeyd etdiyimiz kimi Kuruğun cədvəllərinə [2],  $H_\alpha$  və  $H_\beta$  xətlərinin ekvivalent enlikləri isə bizim tərəfimizdən aldığımız müşahidə materiallarına əsasən hesablanmışdır.  $W(H_\alpha)=3.33\text{ E}$ ,  $W(H_\beta)=2.88\text{ \AA}$ . Göstərilən kriteriyalardan istifadə edərək  $\lg g - T_{\text{eff}}$  diaqramı qurulmuşdur (şəkil 1.). Bu diaqram əsasında  $\nu$  Her ulduzunun effektiv



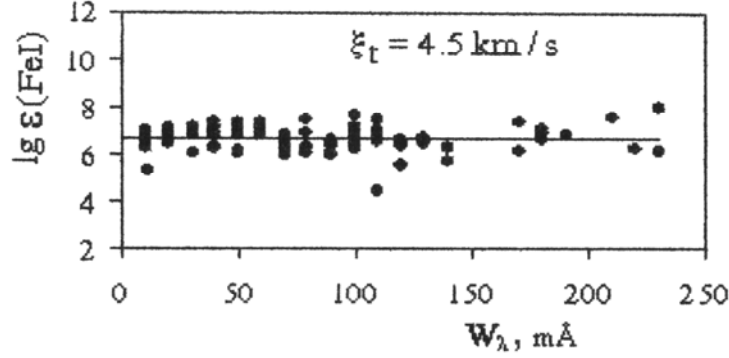
**Şəkil 1.** Effektiv temperatur və ağırlıq qüvvəsi təcilini təyin etmək üçün qurulan diaqram. Nöqtə qəbul olunmuş modelə uyğundur.

temperaturu ( $T_{\text{eff}}$ ) və səthində ağırlıq qüvvəsi təcilinin qiymətləri təyin edilmişdir:  $T_{\text{eff}} = 5900 \pm 200\text{ K}$ ,  $\lg g = 1.9 \pm 0.2$

### §3. Mikroturbulentliyin analizi

Mikroturbulentliyi dəqiq tədqiq etmək üçün hər hansı atom və iona məxsus, geniş ekvivalent enliklər diapazonunu əhatə edən çoxlu sayda xətlər olmalıdır. Mikroturbulent hərəkət sürəti  $\xi$ , bu xətlərə görə təyin olunmuş elementin miqdarının ( $\lg \varepsilon$ ) ekvivalent en ( $W_\lambda$ ) artdıqca sistemə-tik dəyişməməsi kriteriyası ilə təyin edilir.  $\nu$  Her ulduzunun spektrində ən çox müşahidə olunan xətlər FeI -ə məxsus xətlərdir, həmçinin bu xətlər

lərin osilyator gücləri daha dəqiq təyin edilmişdir.  $\nu$  Her ulduzunun seçdiyimiz model əsasında, mikroturbulent hərəkət sürətinin müxtəlif qiymətlərində  $\lg \varepsilon$  (FeI) miqdarı hesablanmışdır. Şəkil 2.-dən görüldüyü kimi  $\xi_t = 4.5$  km/s olduqda  $\lg \varepsilon$  ilə  $W_\lambda$  arasında korrelyasiya olmur. Beləliklə, baxılan ulduzun atmosferində mikroturbulent hərəkət sürəti üçün FeI xətlərinə görə  $\xi_t = 4.5 \pm 0.5$  km/s tapılmışdır.



Şəkil 2.  $\xi_t = 4.5$  km/s olduqda  $\lg \varepsilon$  (FeI) -in ekvivalent enliklərdən asılılığı.

#### §4. Kimyəvi tərkibin təyini

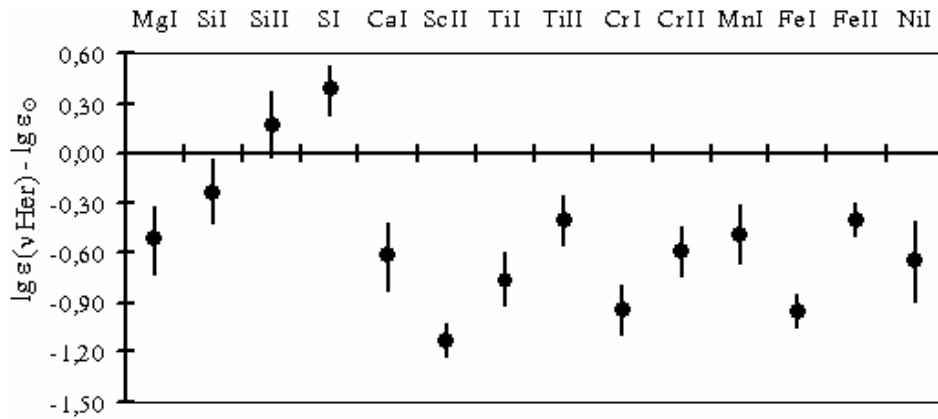
Hesablanmış atmosfer modelinə  $T_{\text{eff}} = 5900$ ,  $\lg g = 1.9$  əsaslanaraq  $\nu$  Her ulduzunun atmosferində elementlərin miqdarı təyin edilmişdir. Mikroturbulent hərəkət sürəti üçün  $\xi_t = 4.5$  km/s qiyməti götürülmüşdür. Alınmış nəticələr cədvəl 1.-də göstərilir. Elementlərin miqdarı loqarifmik şkalada verilir:  $\lg \varepsilon$  (El) =  $\lg [N(\text{El})/N(\text{H})] + 12$ , hidrogen üçün  $\lg \varepsilon$  (H) = 12.

**Cədvəl 1.**  $\nu$  Her ulduzunun və Günəşin atmosferində kimyəvi elementlərin miqdarı

Element	$\nu$ Her		Günəş	$\Delta \lg \varepsilon$
	Xəttlərin sayı	$\lg \varepsilon$	$\lg \varepsilon_\odot$	
MgI	3	6.84	7.36	-0.52
SiI	3	7.42	7.65	-0.23
SiII	2	7.72	7.55	0.17
SI	2	7.62	7.24	0.38
CaI	12	5.74	6.36	-0.62
ScII	3	1.87	3.00	-1.13
TiI	2	4.1	4.86	-0.76
TiII	6	4.56	4.96	-0.40
CrI	3	4.67	5.61	-0.94
CrII	8	4.91	5.50	-0.59
MnI	3	5.06	5.55	-0.49
FeI	85	6.65	7.60	-0.95
FeII	11	7.20	7.60	-0.40
NiI	6	5.43	6.08	-0.65

Cədvəl 1-də həmçinin Günəş atmosferinin kimyəvi tərkibi, axırıncı sütunda isə  $\nu$  Her ulduzunda təyin edilmiş elementlərin miqdarı ilə Günəşdəkinin fərqi  $\Delta \lg \varepsilon = \lg \varepsilon - \lg \varepsilon_{\odot}$  göstərilmişdir. Həm  $\lg \varepsilon$  qiymətləri, həm də ossilyator gücləri əvvəlki işlərimizdə [6, 7, 8, 9] istifadə etdiyimiz qiymətlərlə üst-üstə düşür. Qeyd edək ki, əvvəlki işlərdə olduğu kimi, elementlərin miqdarı nisbətən zəif xətlərə əsasən təyin edilmişdir. Belə ki, mikroturbulentliyin və sönmənin xətlərinin təsiri bu xətlər üçün zəifdir.

Ulduzun kimyəvi tərkibinin Günəşin kimyəvi tərkibi ilə müqayisəsi Şəkil 3-də göstərilmişdir. Məlum olmuşdur ki, ulduzun kimyəvi tərkibi Günəşin kimyəvi tərkibindən fərqlidir. Şəkil 3. -dən göründüyü kimi  $\nu$  Her ulduzunda əksər elementlərin miqdarı Günəşlə müqayisədə azlıq təşkil edir. Lakin kükürdün miqdarı Günəşlə müqayisədə çoxdur. Silisium elementinin miqdarı isə Günəşlə müqayisədə, demək olar ki, fərqlənmir.



Şəkil 3.  $\nu$  Her ulduzu və Günəşin kimyəvi tərkibinin müqayisəsi.

### §5. Əsas nəticələr

1. ŞAR-ın 2-m teleskopunda müasir YƏC qəbuledicilərinin köməyi ilə  $\nu$  Her ulduzunun alınmış spektrləri tədqiq olunmuşdur. Spektrdə müşahidə olunan 200-ə qədər xətt eyniləşdirilmiş və onların ekvivalent enlikləri təyin edilmişdir.
2. Model üsulu ilə  $\nu$  Her ulduzunun effektiv temperaturu və səthində ağırlıq qüvvəsi təcili təyin edilmişdir:  $T_{\text{eff}}=5900\pm 200$  K,  $\lg g=1.9\pm 0,2$
3. FeI xətlərinə əsasən mikroturbulent hərəkət sürəti təyin edilmişdir:  $-\xi_t=4.5\pm 0.5$  km/s.
4.  $\nu$  Her ulduzunun atmosferində 14 kimyəvi elementin miqdarı təyin edilmişdir. Aşkar olmuşdur ki, Günəşin kimyəvi tərkibi ilə müqayisədə əksər elementlərin miqdarı azlıq təşkil edir. Təxminən  $\Delta \lg \varepsilon=-0.6$  dex.

## ӘДӘБИҮҮАТ

1. Галазутдинов Г.А. Система обработки эшелле-спектров DECH-20, Препр. САО РАН. 1992, № 92.
2. L.S. Kurucz CD-Rom № 13, 1993.
3. Любимков Л.С. Применение моделей атмосфер при исследовании звезд классов В-Г, Изв.Крымской астрофизической обсерватории, 1980, т.62, с.44-54.
4. В. Hauck and M. Mermilliod *in* *by* Photoelectric photometric catalogue, Astronomy & Astrophysics suppl. series, 1980, v.40, № 1, p.1-32
5. Харитонов А.В., Терещенко В.М., Князева Л.Н. Спектрофотометрический каталог звезд. Изд-во Наука, Алма-Ата, 1988.
6. Любимков Л.С., Самедов З.А. Исследование химического состава и других параметров звезды  $\pi$  Sgr как двойной системы. Изв. Крымской астрофизической обсерватории, 1987, т.77, с.97-114.
7. Любимков Л.С., Самедов З.А. О переменности микротурбулентности в атмосферах F- сверхгигантов. Астрофизика, 1990, т.32, с.49-61.
8. Самедов З.А. Исследование атмосферы сверхгиганта  $\alpha$  Cyg (A2Ia). Астрономический журнал, 1993, т.70, с.82-90.
9. Самедов З.А., Халилов А.М. Исследование сверхгиганта 89 HER (F2Ia) методом моделей атмосфер. Вестник Бакинского Университета, сер. физ.-мат. наук, 2005, № 2, с.228-233.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В АТМОСФЕРЕ $\nu$ HER (F2II)

Д.М. КУЛИ-ЗАДЕ, З.А. САМЕДОВ, А.М. ХАЛИЛОВ

### РЕЗЮМЕ

На основе моделей атмосфер Куруца по высокодисперсионным спектрограммам исследован сверхгигант  $\nu$  Her (F2II). Получены следующие значения эффективной температуры и ускорения силы тяжести:  $T_{\text{eff}} = 5900 \pm 200$  K,  $\lg g = 1.9 \pm 0.2$ . На основе линий FeI исследована микротурбулентность. Получено что, по линиям FeI  $\xi_t = (4.5 \pm 0.5)$  км/с. Определено содержание 14 элементов. Химический состав атмосферы  $\nu$  Her оказался пониженным по сравнению с Солнечным. Однако сера показала избыток по отношению к Солнцу.

## THE ABUNDANCE DETERMINATION OF THE CHEMICAL ELEMENTS IN ATMOSPHERE $\nu$ HER (F2II)

D.M. KULI-ZADE, Z.A. SAMEDOV, A.M. KHALILOV

### SUMMARY

Using model atmospheres of Kurucz we have investigated high dispersion spectra of the supergiant  $\nu$  Her (F2II). The following values of effective temperature and surface gravity were obtained:  $T_{\text{eff}} = 5900 \pm 200$  K,  $\lg g = 1.9 \pm 0.2$ .

The analysis of FeI lines showed  $\xi_t = (4.5 \pm 0.5)$  km/s.

The abundances of 14 elements were determined. The resulting element abundances for the  $\nu$  Her were found to be lower with respect to the Sun. In the atmosphere of  $\nu$  Her was star observed the sulphur overabundance in comparison with of the solar.