

HERBIG Ae/Be ULDUZLARININ ÜMUMİ XARAKTERİSTİKALARI

F.S. HÜSEYNOVA

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi**Batabat Astrofizika Rəsədxanası*faidahuseynova@gmail.com

Məqalədə HAEBE tipli cavan ulduzların fotometrik və spektroskopik xüsusiyyətləri haqqında geniş məlumat verilmişdir. Herbig Ae/Be tip ulduzları A-B spektral sinfinə aid olan cavan ulduzlardır. HAEBE ulduzlarında İQ diapazonda güclü şüalanma xətləri müşahidə olunur ki, bu da ulduzətrafı örtüyün və infraqırmızı artıqlığın olduğunu sübut edir. Xətti polyarlaşmanın vaxt dəyişmələri HAEBE ulduzlarında geniş yayılmışdır. İQ artıqlığı və akkresiya axınları üçün xarakterik olan bəzi xətt profillərini izah etmək məqsədilə HAEBE ulduzları üçün maqnetosferik akkresiya modelləri təklif edilmişdir. Lakin, bu modellər çox ehtimal ki, yalnız HAe və daha soyuq HBe ulduzları üçün istifadə oluna bilər. Daha isti HBe ulduzların aktivlik mexanizmi hələ aydınlaşdırılmamışdır.

Açar sözlər: HAEBE ulduzlar, şüalanma xətləri, infraqırmızı artıqlıq, rentgen şüalanma.

Herbig Ae/Be ulduzları H-R diaqramında Baş Ardicılıqdan sağda və yuxarıda yerləşən cavan ulduzlar sinfinə aiddir. Onların adı Hes (Herbig emission-line stars) və ya HAEBE (Herbig Ae/Be stars) kimi qısaltılmışdır. Həmçinin, Herbig (1960) tərəfindən bəzi xüsusiyyətləri aşağıdakı kimi müəyyənləşdirilmişdir [12]:

1. Spektral sinifləri A və ya B tip olur.
2. Bu ulduzlar qaranlıq dumanlıqlar içərisində yerləşir.

3. Bu tip HAEBE ulduzları yaxınlığındakı dumanlıq kifayət qədər parlaq işıqlandırır.

Bundan başqa, eyni spektral sinifdə yerləşən Hes-i Be klassik tip ulduzlarından bu xüsusiyyətlər ayırır. Daha sonra, Strom və b. tərəfindən bu tip ulduzların aşağıdakı digər xarakteristikalarında əlavə edildi [23]:

- a) İnfraqırmızı artıqlıq – bir çox Hes-də nəzərə çarpancaq dərəcədə İQ artıqlıq müşahidə edildi ki, bu da ulduzun ətrafında qaz-toz diskinin mövcudluğunu göstərir.
- b) Vaxt dəyişikliyi – ümumiyyətlə, Hes tip ulduzların parlaqlıq və spektral xüsusiyyətlərində qeyri-müntəzəm dəyişikliklər mövcuddur.
- c) Xətti polyarlaşma– HAEBE tip ulduzlarda şüalanmanın xətti polyarlaşma dərəcəsi, Be tip adi ulduzlardakı kimi 1% qədər ola bilər. Baxmayaraq ki, bir neçə Hes tip ulduzlarda polyarlaşma dərəcəsi hətta 7-8% qədər yüksələ bilər və bu ulduzun Be tip ulduzlardan fərqli mənşəli olduğunu göstəricisidir.
- d) Ulduzmələgəlmə regionları – bu tipli ulduzlar ən çox xüsusi ulduz əmələgəlmə regionları (molekulyar buludlar, cavan ulduz topaları və ulduz assosiasiyaları) ilə əlaqəlidir. Bəzi ulduzlar molekulyar və optik bipolyar axınlarla müşayiət olunur.

Bütün bu xüsusiyyətlər məqalədə geniş izah olunur. Yuxarıda sadaladığımız ulduzun bütün xarakteristikaları göstərir ki, HAEBE ulduzları Baş Ardicılıqdan yuxarıda, T Tauri və O-B tip ulduzlar arasında yerləşən orta kütləli ulduzlardır.

1960-cı ildə ilk olaraq Herbig tərəfindən birinci üç xüsusiyyəti özündə cəmləşdirən 26 ulduz siyahısı seçildi [12], daha sonra eyni xüsusiyyətlərdən istifadə edərək Finkenzeller və Mundt [7] tərəfindən bu siyahı 57 ulduz sayına qədər artırıldı. İnfraqırmızı diapazonda müşahidələr genişləndikcə şüalanma xəttinə malik ul-

duzların sayı getdikcə artdı və The və b.[25] kataloqunda 108 Hes ulduzu qeyd olundu. Bundan başqa, Malfait və b. [16] tərəfindən bu tipli ulduzlar üçün ən vacib kriteriyanın–geniş infraqırmızı artıqlığın mövcud olması kimi izah edildi və Hes ulduzlarının sayı 287-ə çatdı.

Digər tərəfdən, Hernandez və b. [13] işində Whipple Rəsədxanasında 1.5 m-lik teleskopdan istifadə edərək 6 Å yüksək ayırdetmə ilə alınmış spektrlərdə şüalanma xətti olan 75 cavan ulduz tipi müşahidə edilmişdir. Fe I, He I, G zolağı və Balmer xətləri daxil olmaqla effektiv temperatura həssas spektral xüsusiyyətlərə əsaslanaraq, onlar 2.5 spektral alt tiptən ən az xəta ilə 39 Hes-i təsnif edildi. Bu sinifdən olan digər tip ulduzlar şüalanma ulduzları kimi bilindi, hansı ki, 7 ulduzda güclü H α şüalanma xətti mövcuddur və udulma xüsusiyyətlərinə rast gəlinmir. Bəzi ulduzlar qeyri-müəyyən ulduz təkamül prosesinə malik ulduzlar kimi müəyyənləşdirildi [14].

Spektral xüsusiyyətləri

Herbig Ae/Be tip ulduzların optik spektrində gözə çarpan şüalanma xətləri müşahidə olunur. Başqa sözlə, bu tip ulduz spektrləri T Tauri (TTS) və Be tipli ulduzlarla oxşardır. HAEBE-lər Be tip adi ulduzlarla oxşarlığı Balmer seriyası şüalanma xətləri və bəzi ionlaşmış metal xətlərinin olması ilə (Fe II, Ti II, Mg II) ortaya çıxır. TTS ulduzları ilə oxşarlığı isə Ca II, Na I, K I və Fe I kimi aşağı həyəcanlı enerji xətlərinin mövcudluğunu göstərir.

Ümumilikdə, H α xəttinin güclü şüalanmada dəyişən profilləri müşahidə olunur. Bu tip profillərə cüt pikli (50%), tək pikli (25%) və P Cyg formalı (20%) profilləri aiddir. Mötərizədə göstərilən faiz bu cür profilli ulduzların baş vermə statistikasını bildirir. Qalan 5% tərs P Cyg profilləri də daxil olmaqla daha mürəkkəb profillərin nümayiş etdirir. H α və Na I D xətlərinin profillərinin bəzi nümunələri cədvəl 1-də göstərilmişdir. Hes-də xətt profilləri çox vaxt dəyişkən olur.

HAEBE tipli ulduzlarda Na I D xəttinin profili şüalanmada, udulmada və hətta bəzi müxtəlif ulduzlarda mürəkkəb xətt profilində ola bilər. Həmçinin, qadangan olunmuş xətlər bir çox Herbig Ae/Be ulduzunda da

HERBİG Ae/Be ULDUZLARININ ÜMUMİ XARAKTERİSTİKALARI

müşahidə olunur. Bohm və Katala [3] tərəfindən yüksək ayırdetməli spektroskopik müşahidəyə əsasən, 33 Hes-dən 17-də [O I] λ 6300.31 Å xətti aşkar edilmişdir [2]. Bunların arasında səkkiz ulduzda aşkar edilə bilən

[O I] λ 6363.79 Å xətti göstərdi ki, bu da şüalanmanın həyəcənlanma sürəti ilə təxmin edildiyi kimi λ 6300.31 Å -dən 3 dəfə zəifdir.

Cədvəl 1.

HAEBE ulduzlarının seçilmiş siyahısı.

Ulduzun adı	Kataloq adı	V(mag)	Sp. Tipi	İR artıqlıq	H α
AB Aur	HD31293	(6.9-8.4)	B9/A0e	I	P
UX Ori	HD 293762	9.2-12.3	A2/3IIIe	I	C
HK Ori	-	11.63	B8/A4ep	I	D
T Ori	BD-5°1329	(8.7-12.6)	A3/5e α	I	İnv P
V380 ORI	BD-6°1253	(9.97-10.82)	B8/A1e	I	S
BF Ori	BD-6°1259	(9.60-13.5)	A1/F6e	I	D
ω Ori	HD 37490	(4.41-4.59)	B3III-Ive	III	D
R Mon	BD+8°1427	10.37-11.89	B0e	II	-
GU Cma	HD52721	(6.50-6.72)	B2Vne	III	S
HR 5999	HD144668	(6.73-8.47)	A7III-IVe	-	D
R CrA	CPD-37° 8452	10.74-11.50	A5IIe/F0	II	-
MWG1080	-	(11.58-11.67)	B0eq	I	P
V633 Cas	Lk H α 198	14.29	B/Ae	II	-

Bu qadağan olunmuş xətlərin varlığı H α şüalanma profili ilə bağlıdır. Belə ki, tək pikli H α şüalanma profili olan ulduzlarda qadağan olunmuş xətlər ya yoxdur, ya da aşkaretmə həddindən (≈ 40 mÅ) daha azdır. Cüt pikli və ya P Cyg-ni profili olan ulduzlarda isə [OI] λ 6300.31 Å şüalanmada görünür. Güclü qadağan olunmuş xətt profili cüt pikli H α şüalanma olan ulduzlarda aşkar olunur. [OI] xətləri elektron temperaturunun 1000 K-ə yaxın ola biləcəyi, ulduz örtüyünün H II bölgəsindən kənarında, aşağı sıxlıqlı H I bölgəsində formalaşmalıdır.

Tək pikli H α şüalanmasına malik ulduzlarda nəzərə çarpacaq dərəcədə qadağan edilmiş xətlərin olmasının izahı olaraq, [2] işində bu ulduzların heç bir ulduz küləyi və ya kifayət qədər kütlə itkisi dərəcəsinin olmadığını da irəli sürülmüşdür.

İnfraqırmızı artıqlıq

Hes tip ulduzların əksəriyyətində infraqırmızı artıqlıq müşahidə olunur. Hillenbrand və b. [14] tərəfindən 47 HAEBE ulduzlarının spektral enerji paylanmalarına (SEP) görə SEP ayrıları 3 qrupa ayırdı və həmin qrupların aşağıdakı xassələrini izah etdi:

I qrup- böyük İQ artıqlığa malik 30 obyektədən ibarətdir. $\lambda > 2.2 \mu m$ olan infraqırmızı SEP ayrıları, ulduztrafi optik qalın diskdə akkresiya baş verdiyini fərz etməklə yaxşı uyğunlaşdırıla bilər. Bu qrupdakı ulduzların spektral sinfi O9-dan F2-yə qədərdir.

II qrup- hamar və ya yüksələn infraqırmızı spektrləri göstərən böyük İQ artıqlığı olan 11 ulduzdan ibarətdir. SEP ayrıları, disklə məhdudlaşmayan qaz və toz materialı ilə əhatə olunmuş bir dairəvi diskin olduğunu göstərir. SEP ayrılarından görünür ki, bu obyektlər I qrup obyektlərdən daha cavan ola bilər. Ulduzların spektral sinfi B0-dan F8-ə qədərdir və kütlələri I qrup ulduzların kütlələrində daha aşağıdır.

III qrup- B0-B3 daha isti spektral sinfə malik 6 ulduzdan ibarətdir və bu ulduzların İQ artıqlığı I və II qrup ulduzların infraqırmızı artıqlığının miqdarından xeyli kiçikdir. Spektral enerji paylanmaları klassik Be ulduzlarının SEP ayrıları ilə oxşardır, çünki bu ulduzların qaz örtüyündə sərbəst şüalanmadan çox kiçik infraqırmızı artıqlıq yaranır. Onlarda optik qalın disk olmasa da, tutqun dumanlıq və ulduz əmələ gətirən molekulyar buludlarla əlaqələndirilir. Beləliklə, III qrup obyektləri cavan, orta kütləli, zəif diskli və ya disksiz T Buğa ulduzlarının oxşar olan, HAEBE ulduzlarıdır.

Malfait və b. [16] tərəfindən seçilmiş 45 Hes nümunə ulduzlarından 33-də geniş infraqırmızı artıqlığın mövcud olduğu təsdiqlənmişdir. Həmçinin, müəlliflər Hes-in əksəriyyətində infraqırmızı SEP ayrılarını iki isti və soyuq komponentə ayırdılar və ulduzların ətrafında daxili və xarici örtüyün ikiqat strukturunun mövcudluğunu təklif etdilər.

İQ diapazonda çoxlu şüalanma xətləri müşahidə edilir. [11] işində dalğa uzunluğu 6500-9078 Å aralığında olan 32 HAEBE tip ulduzlarda aparılan spektroskopik müşahidələrdə normal və qadağan olunmuş emissiya xətləri aşkarlanmışdır. Hidrogen xətləri ilə yanaşı, K I, Ca II, Mg I, O I, Fe I və.s kimi normal şüalanma xətləri olan neytral və ionlaşmış atomlardır. HAEBE ulduzlarda normal xətlər həmişə P Cyg-ni profilində görünür. Qadağan olunmuş xətlərdə isə fərqli olaraq tək pikli və bənövşəyi tərəfə sürüşən profillər müşahidə olunur, bu isə xətlərin ulduz örtüyünün yuxarı qatlarında formalaşdığını sübut edir.

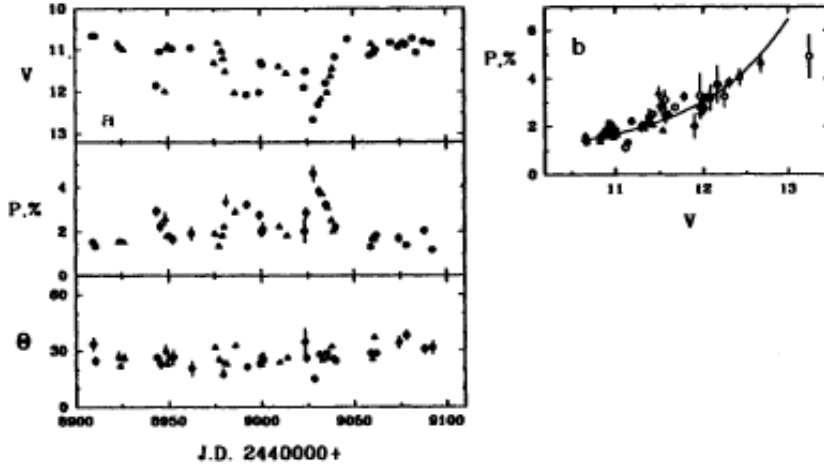
Xətti polyarlaşma

Optik diapazonda Herbig Ae/Be tipli ulduzlarının əksəriyyətində xətti polyarlaşma müşahidə olunur və

polyarlaşma 0.1-7% aralığında yayılır. Klassik Be ulduzlarından fərqli olaraq, polyarlaşma ulduz işığının, əsasən toz hissəciklərinin səpilməsi nəticəsində yaranmış güman edilirdi. Bu, dalğa uzunluğundan asılılıq faktına əsaslanaraq hidrogen atomlarının sərbəst udulması adətən görülür və H α şüalanma üçün de-polyarlaşma müşahidə olunmur. Bu xüsusiyyətlərin hər ikisi Be tip ulduzlarda da nəzərə çarpır. Lakin son zamanlar Hes-də polyarlaşma dərəcəsinin əvvəllər güman ediləndən daha mürəkkəb olduğu aşkar edilmişdir.

Ulduzun örtüyündə kontinum polyarlaşması toz

hissəcikləri tərəfindən yaranırsa və ya ulduzlar əks etdirilən dumanlıqlarda yerləşmişlərsə bu zaman polyarlaşmanın dəyişmələrinin xarakterik vaxtı ulduzun yaxınlığında qaz-toz örtüyünün formalaşması ilə bağlı ola bilər. [10] işində dəyişən ulduzətrafi ekranlanmaya əsasən güman edilir ki, əgər ulduz qeyri-şəffaf toz diski tərəfindən ekranlaşdırılırsa, ulduz zəif olacaq və xətti polyarlaşma artacaq. Şəkil 1(a)-də Herbig Ae RR Tau ulduzu üçün V zolağında müşahidə olunan dəyişmələr, polyarlaşma P (%) və mövqe bucağı verilmişdir. Şəkil 1(b)-də isə V-P(%) asılılıq diaqramı verilmişdir.



Şəkil 1. V zolağında müşahidə olunan polyarlaşma və meyl bucağı [10].

[21] işində Herbig Ae AB Aur ulduzunda əvvəllər polyarlaşmanın azalması effekti kimi təxmin edilən H α xəttinə aid polyarlaşma mənbəyə kimi aşkar edildi. Spektropolyarimetrik müşahidələr əsasında Vink və b. [26] göstərmişlər ki, H α xətt profilinin polyarlaşma dərəcəsinə böyük dəyişikliklər var. Polyarlaşma dərəcəsi üç tip üzrə təsnif etmək olar: polyarlaşma azalması (de-polyarlaşma), xətti polyarlaşma və fərqsiz polyarlaşma tipləri [26].

De-polyarlaşma əsasən B tip ulduzlarda mövcüddür. Bu ulduzlar üçün xətti polyarlaşma Be tip ulduzlardakı kimi, ulduz diskində elektron səpilməsindən yaranır. Xətt polyarlaşma təsiri B sinfinin sonu, F sinfinin

əvvəllərində görülür və kompakt H α şüalanma regionuna aiddir ki, polyarlaşma maqnit sahəsi daxilində baş verir. Çünki, de-polyarlaşma effekti B tip ulduzlarda, xətti polyarlaşma effekti isə A və B tip ulduzlarda baş verir. H-R diaqramında A-B sinifləri arasında maqnit akkresiyasından disk akkresiyasına keçid mövcüddür. Bundan başqa müşahidələrdən görünür ki, H α şüalanma profilinin polyarlaşma ilə əlaqəsi yoxdur. Xətti polyarlaşmanın vaxt dəyişmələri Hes-də geniş yayılmışdır. Bu hallar üçün vaxt dəyişmələri bir saatdan və bir neçə ilədək zaman intervalında baş verir. Cədvəl 2-də bəzi ulduzlar üçün H α xətt profili və polyarlaşma dərəcəsi göstərilmişdir.

Cədvəl 2.

Bəzi Hes tip ulduzlarda H α polyarlaşma dərəcəsi

Ulduzun adı	Spe. tip	H α	EW(H α)	Polyarlaşma
MWC 1080	B0	P	-101 Å	D
MWC 361	B2	D	-63 Å	D
HD 58647	B9	D(shell)	-8.9 Å	L
AB Aur	A0	P	-40 Å	L
MWC 480	A2	D (V<< R)	-21 Å	L
HD 35929	A5	S	-3.2 Å	N

Rentgen şüalanma

Zinnercker və Preibisch [27] tərəfindən 21 Hes ulduzundan 11-də rentgen şüalanma mənbəyi aşkar edildi və həmin xüsusiyyətlər aşağıdakı kimidir:

a) Rentgen şüalanma parlaqlığı ilə ulduzun bolometrik parlaqlığı arasında yaxşı korrelyasiya var və

ümumiyyətlə rentgen şüalanmanın miqdarı Be tipli adi ulduzlara nisbətən Hes-də daha güclüdür.

b) Bütün yaxın qoşa sistemlər rentgen şüalanma mənbəyi kimi aşkarlanmışdır.

c) Ulduzlətrafi toz örtüyü olan ulduzlarda heç bir rentgen şüalanma mənbəyi aşkar edilmir. Bu belə izah

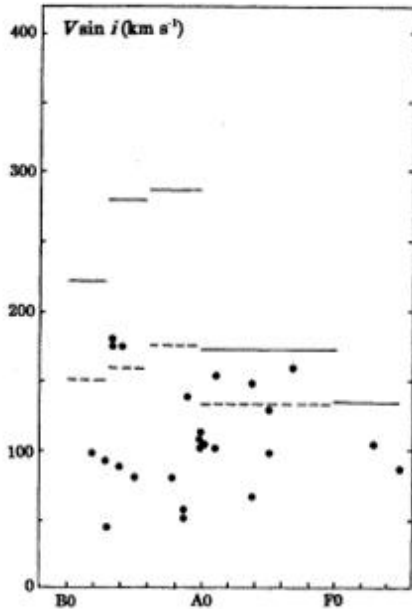
olunur ki, ulduzun örtüyündə güclü rentgen şüalarının sönməsi baş verir.

d) Rentgen şüalanmanın parlaqlığı ulduzun fırlanma sürətindən ($v \sin i$) və spektral tipindən yox, kütlə itkisi tempindən asılıdır.

Yuxarıda göstərilən xüsusiyyətlər göstərir ki, rentgen şüalarının yayılması mexanizmində bəzi məhdudiyətlər var. Elektron temperaturu 10000 K ətrafında olan isti küləklər rentgen şüaları buraxa bilmədiyi üçün əlavə istilik mexanizmi lazımdır. Ehtimallardan biri, OB ulduzlarında olduğu kimi zərbə dalğaları yaradan güclü ulduz küləyində dinamik qeyri-sabitliyin olmasıdır. Başqa bir ehtimal, sürətli küləyin ($v_0=100-500$ km/s) Hes-in qalıq ətraf materialı ilə toqquşmasıdır, çünki ulduz küləkləri daha yüksək ulduz parlaqlığı olan ulduzlarda daha güclü olmalıdır.

Fırlanma sürəti

Hes tip ulduzlarda fırlanma sürəti He 4471 Å və Mg II 4481 Å udulma xətlərinin fotometrik profilləri ilə müəyyən edilir. Bəzi Hes ulduzlarının [6, 3] işində təqribən 20-30 km/s dəqiqliklə fırlanma sürətləri ölçülmüşdür. Şəkil 2-də klassik Be/Ae və normal B/A ulduzlarının uyğun spektral diapazonları üçün orta qiymətləri ilə birlikdə verilmişdir. Be/Ae və B/A ulduzlarının orta qiymətləri [7] işindən götürülmüşdür. Klassik Be/Ae ulduzları və ya hətta normal B/A ulduzları ilə müqayisədə Hes-in ümumiyyətlə çox yavaş fırlanan ulduzlar olduğunu görmək mümkündür. Bu o deməkdir ki, ulduzların fırlanmasının şüalanma xətlərinin əmələ gəlməsinə təsiri kifayət qədər məhdud ola bilər.



Şəkil 2. Hes-in spektral diapazonları üçün orta qiymətləri.

Qoşalıq tezliyi

Herbig Ae/Be ulduzlarının qoşalıq tezliyi bir çox müşahidəçi tərəfindən təxmin edilmişdir. The və b. [24]

və Martin və b. [18] kataloqunda 108 Hes ulduz nümunəsindən 19-u qoşa və çoxqat sistem ulduzları aşkar etmişdir. Bundan başqa, [15, 17, 23] işlərində xətti ayrılma diapazonu 2500-9000 AU olan 1.3"-10" yüksək ayırma ilə 16 Hes ulduz nümunəsindən 9-da qoşa sistem tapılmışdır.

Tutulan qoşa sistemlər ulduz və orbital parametrlər haqqında məlumat verir. Məsələn TY CrA (Be9) ulduzu orbital periodu $P=2.888777$ gün olan cüt xətti tutulan qoşa ulduzdur. Baxmayaraq ki, H α şüalanma xətti zəifdir, bu Baş Ardicilliqdan yuxarıda yerləşən ulduzlarda olduğu kimi ulduzətrafi örtüyün və infraqırmızı artıqlığın olduğunu sübut edir. [5] işində TY CrA ulduzunda spektroskopik müşahidələr aparılmış və qoşa ulduzun bəzi parametrləri təyin edilmişdir.

Ulduzun parlaqlığı və rəng dəyişmələri

Bir çox Hes tipli ulduzların parlaqlıq və rəngində adətən adi səviyyələrdə yüngül dəyişiklik müşahidə olunur. [1] işində Strömgren fotometrik sistemində (U, B) 23 Hes ulduzu üçün 2-8 il müddətində monitoring müşahidələri aparılmışdır. Bu müşahidələrin nəticəsində 16 ulduzda müxtəlif amplitud dəyişmələri aşkar edilmişdir. Müəlliflər bu ulduzları amplitud dəyişmələrinə görə üç sinfə ayırmışdır:

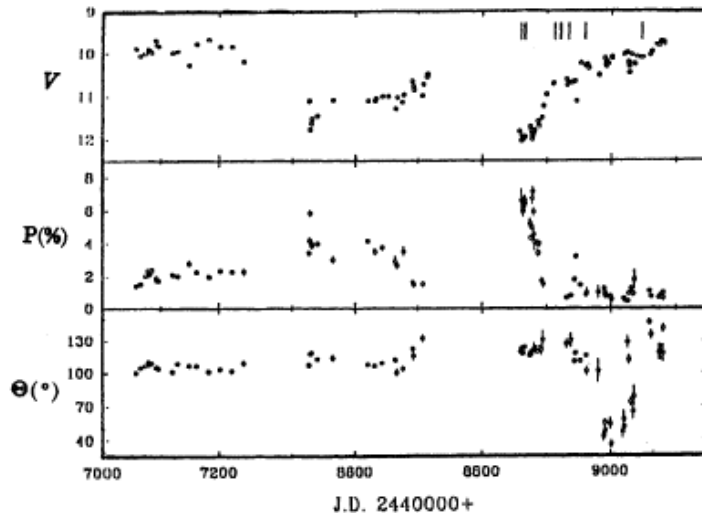
1) I sinif- red (R), əgər ulduz daha zəifdirsə, ulduzun rəngi qırmızımtıl olur. Dəyişmə amplitudu (U-B)=0.4 -1.6 mag arasındadır. Bu sinif T Ori (Ae), HR 5999 (A7III-IVe) və HD 250550 ulduzları da daxil olmaq 8 ulduzdan ibarətdir.

2) II sinif- CR(color reversal), ulduzun parlaqlığı zəiflədikcə onun rəngi ilk olaraq qırmızımtıl rəngə çalır, sonra onun parlaqlığı daha da azalır və ulduzun rəng göstəricisi bənövşəyi tərəfə sürüşür. Parlaqlığın amplitud dəyişməsi (U-B)=1^m. 6-3^m. 0 aralığındadır.

3) III sinif- RD (red-blue), vizual parlaqlıqda rəng göstəricisi dəyişmədən asılı deyil və amplitud dəyişməsi ümumiyyətlə kiçikdir (0^m. 11-0^m. 18).

Hes-in qeyri-requlyar və bəzən də sürətli dəyişkənliyi, ümumiyyətlə, ulduzətrafi diskin yuxarı qatlarında böyük optik dərinliklərə və orbitə malik olan toz buludlarının tutulma təsirindən qaynaqlandığı güman edilir. The və b. (1994) maviləşmə effektinin mənşəyinin kənar diskin mövcudluğu ilə bağlı olduğunu irəli sürdü. Minimum işıqda mərkəzi ulduzun arxa tərəfində yerləşən kiçik toz hissəcikləri ilə səpələnmiş mavi işığı görünür. Maksimum işığa yaxın, ulduzun güclü işığı səbəbindən belə səpələnmiş işıq görünür. Işıq dəyişməsinin xətti polyarlaşma ilə sıx bağlı olduğunu artıq yuxarıda izah etmişik [23].

RR Tau ulduzuna oxşar olaraq şəkil 3 -də parlaqlıq və polyarlaşma arasında aydın korrelyasiya görünür. Ulduzun dərinliyi azaldıqda polyarlaşma kifayət qədər artır. Müsbət korrelyasiya yenidən göstərir ki, Hes tipli ulduzlar tam olaraq toz diski ilə əhatələnir. Alqol qoşa sistem ulduzlarına oxşar olaraq, Hes-də böyük amplitud qiymətində işıq azalması müşahidə olunur və T Orionis dəyişməsi adlanır. Ümumiyyətlə T Ori tip ulduzlar H α şüalanmadadır və ulduzun işıqlığı azalan zaman H α xəttinin intensivliyinin artdığı müşahidə olunur.



Şəkil 3. V zolağında işıq ayrılırları və xətti polyarlaşma.

H α örtüyünün strukturu

Finkenzeller və Mundt [7] tərəfindən aparılan müşahidələrdən H α şüalanma profilində olan 47 ulduzun siyahısı hazırlanmışdır. Bu profillər üçün klassik Be ulduzlarının sxemini tətbiq etsək, H α örtüyünün müstəviləşdiyini və sürətlə fırlandığını təxmin edə bilərik [6]. Yəni, cüt pikli profil isə ya qütbə yaxın diskdə, və ya kifayət qədər inkişaf etmiş əyri örtükdə formalaşır. Be örtük tipində mərkəzi örtüyün udulması ulduz diskinin qarşısında optik qalın örtüyün mövcudluğunu göstərir. P Cyg və tərs P Cyg tipli profillər H α örtüyünün qlobal genişlənməsi, və ya daralmasının mövcudluğunu göstərir. Bu halda örtüyün strukturu, onların sferik simmetrik, və ya diskəbənzər olması hələ də qeyri-müəyyən olaraq qalır.

Ulduz küləyi.

Hes-də ulduz küləyi üçün ümumiləşdirilmiş məlumatlar aşağıdakı kimidir:

1. P Cyg profilləri- Hes tip ulduzlarda təqribən 20% yaxın ulduzlarda H α xəttində P Cyg-nə profili aşkar olunur. P Cyg profili adətən H Balmer seriyası xətlərində, Ca II, Mg II və UV udulma oblastında bənövşəyi qanadda daha çox rast gəlinir və bu tip ulduzlarda ulduz küləyinin mövcud olduğunun göstəricisidir.
2. Rentgen şüalanma- Rentgen şüalanmasının bəzi qeyri-bərabər küləklərdən, məsələn, sürətli küləyin ($v_0=100-500$ km/s) qalığı ulduz ətrafı materialla toqquşması nəticəsində yaranmış güman edilir.
3. Qadağan olunmuş xətt profilləri [OI]- [OI] λ 6300, 6364 Å qadağan olunmuş xətləri 30 və 100 km/s arasındakı sürətlərə uyğun genişlənməni göstərir. Böhm və Katala [2] işində bu genişlənmə ulduz küləyinin termal sürəti kimi göstərilib, hansı ki, ulduzun yuxarı qatlarında aşağı həyəcanlanmış qadağan olunmuş xətlər yaranır.

Akkresiya axını və akkresiya diski.

[8] işində Hes-lər üçün disk akkresiyası mövcud olduğuna dair bir sıra mümkün sübutlar sadalanmışdır:

-Optik qalın akkresiya diskində mənşəyə uyğun İQ şüalanma artıqlığının SEP ayrılırları;

-İstər klassik, istərsə də maqnetosfer səth qatında yaranan optik və UV kontunuum şüalanma artıqlığı və İQ şüalanma artıqlığından əldə edilən akkresiya işıqlığı ilə parlaqlıq arasında mütənəsiblik;

-Qadağan olunmuş şüalanma xətti həm İQ artıqlıq, həm də optik ultrabənövşəyi şüalanma ilə düz mütənəsibdir;

-Balmer seriyasındakı və digər güclü rezonans xətlərindəki, ən əsası tərs P Cygni profillərində akkresiyanın kinematik əlamətləri;

Perez və The [19] tərəfindən akkresiya prosesi üçün bəzi əlavə məlumatlar verildi, belə ki, parlaqlığın azalması və xətti polyarlaşmanın artması arasında güclü korrelyasiya var.

Xromosfer aktivliyi

Ulduz atmosferində birbaşa He I şüalanma xətləri əmələ gəlir. Böhm və Katala [3] tərəfindən 29 Hes ulduzdan 13-də He I λ 5876 Å xətti aşkar edildi. Aşkar edilmiş ulduzlar arasında 10 ulduz B7-dən daha soyuq spektral tiplidir, bunun üçün ulduz şüalanması He I xətlərini həyəcanlandırmaq üçün kifayət etmir. He I λ 5876 Å xəttinin ekvivalent eni 25-230 mÅ diapazonundadır və H α xəttinin ekvivalent eni ilə xüsusi korrelyasiyası yoxdur. $T_{eff} \approx 10000$ K olan ulduzlarda güclü He I şüalanma xəttinin kəskin çoxluğu nəzərə çarpır. Bu göstərir ki, He I şüalanma xətti xromosferdə formalaşır və A0 sinif ulduzlarla əlaqəlidir [3].

AB Aur-un He I xətti profilinin təhlilinə əsaslanaraq, Katala [4] ildə $M \sim M_{\odot}^{-8}$ bir ulduz küləyinin yarı empirik modelini və küləyin bazasında yerləşən, temperaturu 17.000 K olan genişlənməmiş xromosferi əldə etdi. Bu ulduzlar He I emissiyasında bənövşəyi tərəfə sürüşmələr göstərir, xromosferlərin ümumiyyətlə genişləndiyi də güman edilir.

Maqnitosfer modelləri

Sorille (1996), Muzerolle (2004) işində İQ artıqlığı və akkresiya axınları üçün xarakterik olan bəzi xətt profillərini izah etmək üçün Hes-in maqnitosferik modelləri təklif edilmişdir [18, 21]. Əgər yuxarı Baş Ardıçılığa doğru ulduzun ikiqütblü maqnitosferi varsa, akkresiya diskinin daxili hissəsi məhv olur və maddə akkresiya diskinin bazasında yüksək sıxlığa malik isti bölgələr yaradan maqnit sahəsi xətləri boyunca ulduz

səthinə düşür. Bununla da, maqnitosferlər Balmer xətləri və Na D kimi optik xətlər meydana gətirəcək, soyuq akkresiya diskləri isə infraqırmızı emissiya yaradacaq. Hes-in akkresiya diski ulduz şüalanması səbəbindən müəyyən radiusda toz məhv edən divarla ayrılmış daxili qaz diskinə və xarici toz diskinə bölünə bilər. Maqnitosfer modelinin əsas parametrləri maddənin akkresiya tempi, ulduzun parlaqlığı və ulduzun fırlanma sürətidir.

-
- [1] *E.A. Bibo and P.S. The.* Type of variability of Herbig Ae/Be stars. *Astron. & Astrophys. Suppl.* 1991, 89, 319-334.
- [2] *T. Bohm and C. Catala.* Forbidden lines in Herbig Ae/Be stars: the [O I] (IF) 6300.31 and 6363.79 Å. *Astron. & Astrophys.* 1994, 290, 167-175.
- [3] *T. Bohm and C. Catala.* Rotation, winds and active phenomena in Herbig Ae/Be stars. *Astron. & Astrophys.* 1995, 301, 155-169.
- [4] *C. Catala.* Line formation in the winds of Herbig Ae/Be stars. The CIV resonance lines. *Astron. & Astrophys.* 1988, 193, 222-228.
- [5] *P. Corporon, A.M. Lagrange and J. Bouvier.* Direct determination of stellar and orbital parameters of the spectroscopic binary TY CrA. *Astron. & Astrophys.*, 1994, 284, L21-L24.
- [6] *U. Finkenzeller.* Rotational velocities, spectral types, and forbidden lines of Herbig Ae/Be stars. *Astron. & Astrophys.*, 1985, 151, 340-348.
- [7] *U. Finkenzeller, R. Mundt.* The Herbig Ae/Be Stars associated with nebulosity. *Astron. & Astrophys. Suppl.*, ESO-Munich: –1984. –55, –p. 109-141.
- [8] *I. Fukuda and A. Uesugi.* 1982, Revised Catalogue of stellar rotational velocities. Department of Astronomy, Kyoto University.
- [9] *L. Ghandour, S.E. Strom, S. Edwards and L.A. Hillenbrand.* Spectroscopic diagnostics of disk accretion in Herbig Ae/Be stars. The Nature and Evolutionary Status of Herbig Ae/Be Stars. P. S. The, M. R. Perez, and E. J. van den Heuvel (eds.). 1994, ASP Conf. Ser. Vol. 62, San Francisco, CA, pp. 223-226.
- [10] *V.P. Grinin.* Polarimetric activities of Herbig Ae/Be stars. The Nature and Evolutionary Status of Herbig Ae/Be Stars. P. S. The, M. R. Perez, and E. J. van den Heuvel (eds.). ASP Conf. Ser. Vol. 62, San Francisco, CA, 1994, pp. 63-71.
- [11] *F. Hamann and S. E. Persson.* Emission-line studies of young stars. II. The Herbig Ae/Be stars. *Ap. J. Suppl.*, 1992, 82, 285-309.
- [12] *G.H. Herbig.* The properties and problems of T Tauri stars and related objects. *Adv. Astron. & Astrophys.*, ESO-Munich: 1962, 1, p. 47-103.
- [13] *J. Hernandez, N. Calvet, C. Briceno, L. Hartmann and P. Berlind.* Spectral analysis and classification of Herbig Ae/Be stars. *Ap. J.*, 2004, 127, 1682-1701.
- [14] *L.A. Hillenbrand, S. Strom, F. J. Vrba and J. Keene.* Herbig Ae/Be stars: Intermediate-mass stars surrounded by massive circumstellar disks. *Ap. J.*, 1992, 397, 613-643.
- [15] *W. Li, H.J. Evans, P.M. Harvey and C. Colome.* Near-infrared (J, H, K) imaging of Herbig Ae/Be stars. *Ap. J.*, 1994, 433, 199-215.
- [16] *K. Malfait, E. Bogaert and C. Waelkens.* An ultraviolet, optical and infrared study of Herbig Ae/Be stars. *Astron. & Astrophys.*, 1998, 331, 211-223.
- [17] *E.L. Martin, R. Rebolo, A. Magazzu and V.V. Pavlenko.* Pre-main sequence lithium burning. I. Weak T Tauri stars. *Astron. & Astrophys.*, 1994, 282, 503-517.
- [18] *J. Muzerolle, P. D'Alessio, N. Calvet and L. Hartmann.* Magnetospheres and disk accretion in Herbig Ae/Be stars. *Ap. J.*, 2004, 617, 406-417.
- [19] *M. Perez and P.S. The.* The clumpy accretion in Herbig Ae/Be stars. *Rev. Mex. Astron. & Astrophys.*, 1994, 29, 54-58.
- [20] *M. Pontefract, J.E. Drew, T.J. Harris and R.D. Oudmaijer.* H α spectropolarimetry of the Herbig Ae star AB Aurigae. *M. N. R. A. S.*, 2000, 319, L19-L23.
- [21] *C. Sorelli, V.P. Grinin and A. Natta.* Infall in Herbig Ae/Be stars: what Na D lines tell us. *Astron. & Astrophys.*, 1996, 309, 155-162.
- [22] *S.E. Strom, K.M. Strom, J. Yost, L. Carrasco, G. Grasdalen.* The nature of the Herbig Ae and Be-type stars associated with nebulosity. *Astrophys. J. Washington:* –1972. –173, –p. 353-366.
- [23] *P. S. The.* Evidence for circumstellar disks around variable Herbig Ae/Be stars from long-term photometry. *The Impact of Long-Term Monitoring on Variable Star Research*, C. Sterken and M. de Groot (eds.), Kluwer, Dordrecht, 1994, pp. 31-40.
- [24] *P.S. The, D. de Winter and M.R. Perez.* A new catalogue of members and candidate members of the Herbig Ae/Be (HAEBE) stellar group. *Astron. & Astrophys. Suppl.* 1994, 104, 315-339.
- [25] *J.S. Vink, J.E. Drew, T.J. Harris and R.D. Oudmaijer.* Probing the circumstellar structure of Herbig Ae/Be stars. *M. N. R. A. S.* 2002, 337, 356-368.
- [26] *H. Zinnecker and Preibisch.* The (1994), X-ray emission from Herbig Ae/Be stars: a ROSAT survey. *Astron. & Astrophys.*, 292, 152-164.

F.S. HÜSEYNOVA

Faida Huseynova

GENERAL CHARACTERISTICS OF HERBIG Ae/ Be STARS

The article provides extensive information about the photometric and spectroscopic properties of young stars of the HАЕВЕ type. Herbig Ae/Be type stars are young stars belonging to the A-B spectral class. HАеВе stars have strong emission lines in the IR range, suggesting the presence of a peristellar shroud and an infrared excess. Time variations of linear polarization are widespread in HАеВе stars. Magnetospheric accretion models for HАеВе stars have been proposed to explain some of the line profiles characteristic of IR excess and accretion flows. However, these models are likely only applicable to HАе and cooler HВе stars. The mechanism of activity of hotter HВе stars has not yet been elucidated.

Фаида Гусейнова

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВЕЗД ХЕРБИГА Ae/Be

В статье представлена обширная информация о фотометрических и спектроскопических свойствах молодых звезд типа HАЕВЕ. Звезды типа Ae/Be Хербига — молодые звезды, принадлежащие к спектральному классу АВ. Звезды HАеВе имеют сильные эмиссионные линии в ИК-диапазоне, что указывает на наличие перизвездной пелены и избытка инфракрасного излучения. Временные вариации линейной поляризации широко распространены у звезд HАеВе. Модели магнитосферной аккреции для звезд HАеВе были предложены для объяснения некоторых профилей линий, характерных для ИК-избытка и аккреционных потоков. Однако эти модели, вероятно, применимы только к звездам HАе и более холодным звездам HВе. Механизм активности более горячих звезд HВе еще не выяснен.