

VƏFA QAFAROVA

AMEA Naxçıvan Bölməsi

E-mail: arazdeniz826@gmail.com

SPEKTROQRAFLARIN QURULUŞU VƏ İŞLƏMƏ PRİNSİPİ

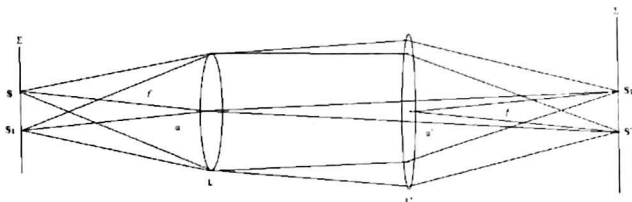
Məqalədə spektroqrafların ümumi quruluşu və iş prinsipi şərh olunur. Göstərilir ki, difraksiyaedici elementdən asılı olaraq spektroqraflar iki tipə bölünürlər: prizmalı spektroqraflar və difraksiya qəfəslı spektroqraflar. Məqalədə spektroqrafın ümumi optik sxemi və əsas fiziki parametrləri geniş şərh olunur.

Açar sözlər: spektroqraf, kollimator, kamera, koma, astigmatizm.

Hazırda işıq dəstəsini əsasən 2 üsulla – prizma və difraksiya qəfəsindən istifadə etməklə rənglərinə ayırırlar. Bununla əlaqədar olaraq spektroqraflar iki yerə bölünürlər – prizmalı spektroqraflar və difraksiyalı spektroqraflar.

Əgər optik sistemə prizma daxil olursa, müxtəlif növ aberrasiyalar – koma və astigmatizm əmələ gəlir. Çökük difraksiya qəfəsindən də şüalar əks olunarkən eyni hadisə baş verir. Əgər hər iki halda şüalar prizmanın əsas kəsiyinə paralel düşsə və xüsusilə də şüalar prizmanın oturacağına paralel keçərsə bu cür aberrasiyalar tamamilə aradan çıxır.

Spektroqraflar əsasən iki hissədən – kollimator və kameradan ibarət olur. Göy cisimlərinədən gələn şüaları prizmanın səthinə istiqamətləndirilən linzalardan ibarət optik sistem kollimator adlanır. Şəkil 1-də kollimator və kamera sisteminin sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 1. Kollimator və kameranın iş prinsipini təsvir edən sxem.

Fokusu f olan L linzası və kameranın fokusu f olan L' linzası elə yerləşir ki, onların optik oxları üst-üstə düşür. SS_1 parlaq xətti Σ müstəvisindədir və L linzasının mərkəzindən α bucağı altında görünür. SS_1 xəttinin istənilən nöqtəsindən çıxan işıq dəstəsi L linzasından keçəndən sonra paralelləşir və L' kamerasına düşür. Σ müstəvisində xəyalın uzunluğu

$$S^*S^*_1 = f \operatorname{tg} \alpha$$

Σ müstəvisində isə

olar. Sistemin böyütməsi

$$SS_1 = f t g a$$

$$\frac{S \cdot S_1}{SS_1} = \frac{f'}{f}$$

olar. $f' > f$ olarsa sistemdə böyütmə, $f' < f$ olarsa kiçiltmə alınır. Həmin sxemə dispersiyaedici element daxil etməklə spektroqraf almaq olar [1].

Müşahidəyə qoyulan tələblərdən və teleskopların quruluşundan asılı olaraq spektroqraflarda kamera və kollimator sisteminin müxtəlif sxemləri tətbiq oluna bilər. Mənbənin işığı spektroqrafın yarığından keçir və prizmadan keçdikdən sonra kamerada yarığın monoxromatik xəyallarından ibarət spektri alınır. Bu cihazda alınan spektr fotoqrafik lövhəyə çəkilirsə, buna spektroqraf, vizual müşahidə olunursa, spektroskop, yük əlaqəli cihazlar tətbiq olunduqda isə spektrometr adlanır.

Spektroqraflarda spektral zolaq nazik alındığından spektrdə ölçmə dəqiqliyi kiçik olur. Ona görə də xüsusi mexanizmin köməyi ilə xəyal yarıq boyunca gah bu, gah da digər tərəfə sürüşdürülür. Beləliklə də, kameranın fokusunda alınan spektral zolaq enləndirilir. Yarığın hündürlüyü l olarsa, kamerada xəyalın ölçüsü

$$l' = l f'$$

olar.

Kollimatorun əsas iki funksiyası vardır: 1) S yarığının hər bir nöqtəsinin xəyalını S'' fokal müstəvisində qurmaq üçün yarıqdan düşən şüaları paralelləşdirmək, yəni homosentrik şüa dəstəsi almaq, 2) prizmada yaranan koma və astigmatizm kimi təhriflərdən azad olmaq üçün prizmada şüaları onun oturacağına paralel yönəltmək.

Dispersiyaedirici element kimi prizma əvəzinə difraksiya qəfəsi istifadə olunarsa difraksiya spektroqrafı almaq olar. Həmin spektroqraflarda kollimator və kamera eyni funksiyalara malikdir.

Astronomik praktikada spektroqraf teleskopa qoşulduğuna görə, onun yarığı teleskopun fokal müstəvisində yerləşdirilir. Ona yarıq elə obyektin günlük paraleli istiqamətində yerləşdirilir, xəyalın yarıq boyunca kiçik hərəkəti spektri eninə genişləndirir. Spektroqrafda yarığın olması zərurəti onunla bağlıdır ki, Yer atmosferinin həyəcanlanması xəyalı "şişirdir", onu əsdirir. Alınan xəyal kamerada monoxromatik xəyallardan ibarət olduğundan, yarıq olmasa fokal müstəvidə həmin nöqtəvi olmayan xəyalların yaygın və diffuz formada xəyalı alınır. Yarıq spektrdə xətləri təmiz ayırır. Ona görə ölçüləri olan cisimlərin, məsələn, dumanlıqların, komet və planetlərin ayrı-ayrı hissələrinin təmiz spektrini almaq yarıqsız olur. Buna baxmayaraq, bəzən yüksək ayırdetməyə tələb qoymadan zəif obyektlərin işığını itirməmək naminə yarıqsız spektroqraflardan da istifadə olunur.

Yarığın eni S , onun xəyalının eni S'' olarsa,

$$S'' = S f'$$

olar. Spektrdə dispersiya kameranın f' fokus məsafəsi ilə mütənəsibdir. Ona görə S'' -i azaltmaqla xəttin təmizliyinə nail olmaq üçün kollimatorun f' fokus məsafəsini artırmaq lazımdır. Lakin kollimatorun optik gücü teleskopun optik gücü ilə uyğunlaşdırılmalıdır, yəni

$$\frac{D}{F} = \frac{d}{f}$$

olmalıdır:

$$\frac{D}{F} > \frac{d}{f}$$

ola bilər, əks halda işıq itkisi alınır.

Spektral xətlərin kameranın fokal müstəvisində xəyalı sonlu enə malikdir, çünki giriş yarığı nə qədər nazik olursa olsun, difraksiya nəticəsində yarığın xəyalı genişlənir. Nəticədə elə bir $\Delta\lambda$ həddi var ki, λ və $\lambda + \Delta\lambda$ aralığında biz iki yaxın xətti ayıra bilmirik. Reley kriteriyası görə birinci xətdə difraksiyanın minimumu üst-üstə düşərsə, bu elə $\Delta\lambda$ genişlənməsi verər ki, bundan böyük $\Delta\lambda$ üçün həmin iki xətt fokal müstəvidə ayırd oluna bilər.

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$$

ifadəsi ilə təyin olunan kəmiyyətə spektroqrafın ayırdetmə gücü deyilir. Prizmalı spektroqraf üçün

$$R = b \frac{dn}{dx}$$

alınır, b – şüalar prizmanı tam dolduranda onun oturaçağının enidir [2].

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, spektroqrafın yarığının eni spektrin təmiz alınması üçün elə götürülməlidir ki, kameranın fokal müstəvisində spektral xəttin xəyalının eni üstün Reley kriteriyası ödənsin. Lakin bu şərt müşahidə obyektinin işığının kəskin azalmasına səbəb ola bilər. Bir-birinə əks olan bu iki faktor-giriş yarığının eni ilə ayırdetmə arasında müəyyən optimal münasibət

$$S = \lambda m$$

kimi seçilir [3]. Burada m - kollimatorun obyektivinin nisbi dəyişidir. Yarığın eninin bu şərti ödəyən qiymətinə normal en deyilir. Bu halda spektral xətt öz maksimum intensivliyinin 75%-ni alır, onun eni isə ayırdetmədə cəmi 20% itirilir.

Günəşin müşahidələri zamanı normal en və ya ondan da kiçik en seçilə bilər, çünki bu halda düşən işıq çoxdur. Lakin udulzarın müşahidəsi zamanı yarığın seçilməsi turbulensiya diskinin ölçüsündən asılıdır. Çox zəif obyektlərin müşahidəsi zamanı turbulensiya diski böyük olarsa, işıq itkisini azaltmaq naminə ayırdetmə qabiliyyətinə üstünlük vermədən yarığı böyütmək lazım gəlir.

Spektroqrafın optik gücü, həmçinin onun dispersiyası və ayırdetmə qabiliyyəti həmişə bir-biri ilə ziddiyyətlidir. Dispersiya və ayırdetmə qabiliyyəti artdıqca, işıq daha çox səth boyunca yayılır və nəticədə spektrin parlaqlığı zəifləyir. Ümumiyyətlə spektroqrafda işıq itkisi yarıqdan başlayır, daha sonra spektroqrafın optik hissələrində davam edir. Hər qaytaran səthdə işıq təxminən 4% itir. Ayırdetmə qabiliyyəti prizmada şüanın keçdiyi yolun uzunluğundan asılıdır, ona görə bu da işığın udulmasına səbəb olur.

ƏDƏBİYYAT

1. İsmayılov N.Z. Praktiki astrofizika. Bakı: Bakı Universiteti, 2012, 178 s.
2. Hüseynov R.Ə. Astronomiya. Bakı: Maarif, 1997, 225, 468 s.
3. http://astro-obs.chat.ru/origin_c.html

Вефа Гафарова

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ СПЕКТРОГРАФОВ

В статье излагаются общее устройство и принцип работы спектрографов. Показано, что в зависимости от диспергирующих элементов существуют два типа спектроскопов: призмные спектрографы и спектрографы с дифракционной решеткой. Подробно излагаются общая оптическая схема и основные физические параметры спектрографов.

Ключевые слова: *спектрограф, коллиматоры, камера, кома, астигматизм.*

Vefa Gafarova

ORGANIZATION AND OPERATION PRINCIPLE OF SPECTROGRAPHS

The paper describes the general structure and principle of operation of spectrographs. It is shown that, depending on the dispersing elements, there are two types of spectroscopes: prism spectrographs and spectrographs with diffraction grating. A detailed optical scheme and the main physical parameters of the spectrographs are described in detail.

Keywords: *spectrograph, collimators, camera, coma, astigmatism.*

(AMEA-nın müxbir üzvü Əyyub Quliyev tərəfindən təqdim edilmişdir)