

SİLİNDRİK GÜZGÜ DAXİL EDİLMİŞ DİFRAKSİON OPTİK SİSTEMİN AYIRDETMƏ QABİLİYYƏTİNİN EKTRAN MƏSAFƏSİNDƏN ASILILIĞI

T.H. DİLBAZOV, N.Y. YAQUBZADƏ, S.A. SÜLEYMANOVA, R.B. ABBASOVA

*Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutu, MAKKA
AZ 1106, Bakı Azadlıq prospekti, 159*

Silindrik güzgü daxil edilmiş difraksiyon sistemdə güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafədən asılı olaraq sistemin ayırdetmə qabiliyyətinin dəyişməsi tədqiq edilmişdir.

Spektroskopıyanın tətbiq sahəsinin genişliyi onun üsul və vasitələrinin təkmilləşdirilməsinin, mövcud cihazların texniki parametrlərinin optimallaşdırılmasının daim gündəmdə olmasını tələb edir [1]. Ona görə də cihazların hər bir optik elementinin göstəricilərinin yaxşılaşdırılması tədqiqat obyektinə çevrilə bilər [2, 3].

Spektrometrik cihazların parametrlərinin yaxşılaşdırılması istiqamətində aparılan tədqiqatlar [4] çökük difraksiya qəfəslə klassik optik sistemə silindrik güzgü daxil etməklə sistemin dispersiyasını və ayırdetmə qabiliyyətini (AQ) əhəmiyyətli dərəcədə artırmanın mümkün olduğunu göstərmiş-

dir. Bu üsul, [5] -də göstərilədiyi kimi, mövcud üsullardan daha effektiv olmaqla yanaşı konstruktiv cəhətdən də sadə və əlverişlidir: klassik optik sistemin fokal müstəvisində silindrik güzgünü spektrin səthinə perpendikulyar yerləşdirib əks olunan şüanı istənilən istiqamətə yönəltmək olar. Bu halda cihazın əsas parametrləri olan dispersiya və AQ xeyli yaxşılaşır, ölçü-çəki parametrləri isə demək olar ki, dəyişmir.

Müəyyən edilmişdir ki, silindrik güzgü daxil edilmiş difraksiyon sistemin AQ, dispersiyaetdirici elementin dispersiyası ilə məhdudlaşmaqla bərabər, sistemin başqa parametrlərindən də asılıdır [5]:

$$\frac{\lambda}{\delta\lambda} = D \cdot \left[3 - 2 \frac{S'}{r} \right] \left(\frac{d\varphi}{d\lambda} \right)_q = \frac{A \cdot D \cdot S''}{\cos \psi} \left[3 - 2 \frac{S'}{r} \right] \left(\frac{d\varphi}{d\lambda} \right)_q \dots \quad (1)$$

Burada $\frac{\lambda}{\delta\lambda}$ – sistemin AQ, $A = \frac{D}{f}$ – nisbi dəşik, D - di-

afraqmanın eni, f - giriş obyektivinin fokus məsafəsi, S' - qəfəslə güzgü, S'' - isə güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafədir. r - güzgünün radiusu, $\left(\frac{d\varphi}{d\lambda} \right)_q$ - qəfəsin bucaq dispersi-

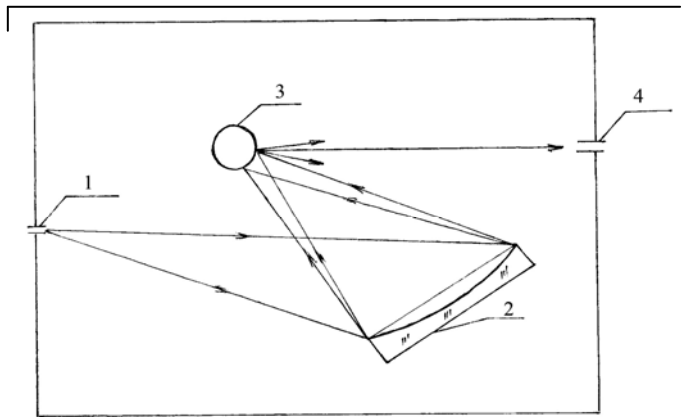
yası, ψ - spektrin səthinə çəkilən normala işıq dəstəsinin orta şüası arasındakı bucaqdır.

(1) ifadəsindən görüldüyü kimi silindrik güzgü daxil edilmiş sistemin AQ klassik sistemi xarakterizə edən kəmiyyətlərdən (A, D, ψ) başqa, qəfəslə güzgü arasındakı məsafədən, güzgünün radiusundan və güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafədən –ekran məsafəsindən asılıdır. Qəfəslə güzgü arasındakı məsafəni çoxaltmaqla sistemin AQ-ni artırmaq məqsəduyğun deyil, çünki qəfəslə güzgü arasındakı məsafənin artması cihazın ölçülərinin böyüməsinə səbəb olur. Silindrik güzgü daxil etməklə işləən ortik sistemlər isə yüksək AQ-li, kiçik ölçülü spektrometrik cihazlar yaradılması məqsədinə xidmət edir.

Silindrik güzgü daxil edilmiş çökük difraksiya qəfəslə ortik sistemdə güzgünün diametrini dəyişməklə aparılan tədqiqatların [5, 6] nəticələri göstərir ki, belə sistemlərin köməyi ilə dispersiyaetdirici elementin AQ-nə yaxın AQ olan kiçik ölçülü spektrometrlərin yaradılması mümkündür.

Təqdim olunan işdə silindrik güzgü daxil edilmiş çökük difraksiya qəfəslə optik sistemin AQ-nin ekran məsafəsindən asılılığının təcrübi nəticələri şərh edilir. Təcrübə aparılan qurğu [6]-da olduğu kimi SbCe fotokatodlu fotoqəbuledicidən, yüksək giriş müqavimətli mikrosxem əsasında yığılmış gücləndiricidən, qeydedici cihaz kimi KСП-4 tipli özüyazan potensiometrədən ibarətdir. Spektrin skanlanması, qəfəsin şaquli ox ətrafında fırlanması ilə aparılır.

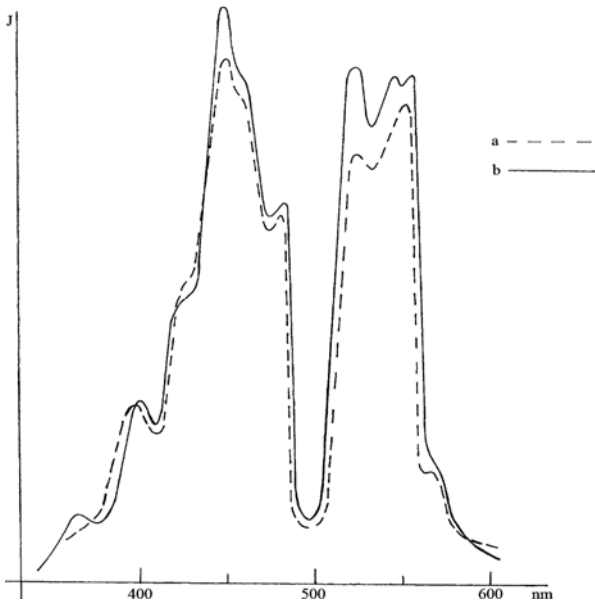
Sistem şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Silindrik güzgü daxil edilmiş difraksiyon sistem.

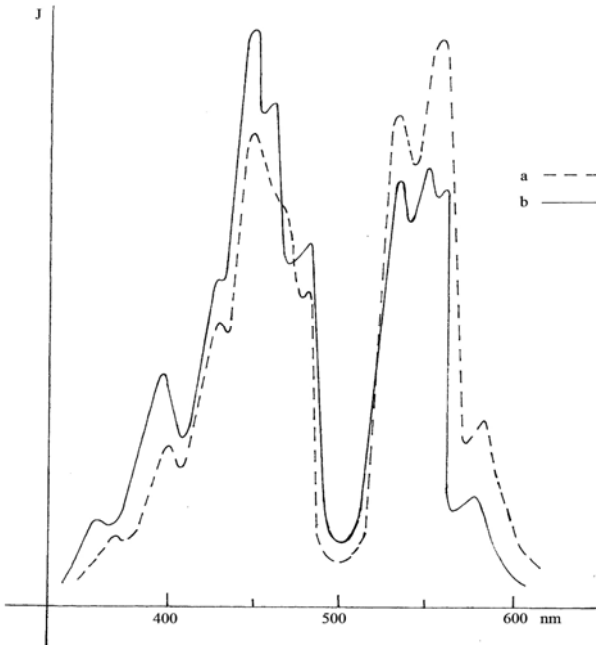
Civə lampasının işığı fokuslayıcı sistemin köməyi ilə 2- çökük difraksiya qəfəsinin fokusunda yerləşən 1- giriş yarığına yönəldilir, qəfəsdən əks olunan spektr qəfəsin fokusunda yerləşən 3- güzgüsü üzərinə düşərək əks olunur. Güzgüdən əks olunan şüalar düşən şüalara nisbətən çox «aralandığından», 4- çıxış yarığından keçən şüaların monoxromatikliyi artır. Katod tərəfdən fotoqəbuledicinin pəncərəsi çıxış yarığına bərkidilmişdir və birlikdə rels üzərində irəliləmə hərəkəti edə bilərlər. Fotoqəbuledicinin həssaslığı spektrin görünən oblastını əhatə etdiyindən civənin göy ($\lambda_{max}=404-407$; 435,8nm) və yaşıl ($\lambda_{max}=546,1$ nm) xətləri tədqiq edilmişdir. Diametri 10 mm və 5 mm olan güzgülərdən, ekran məsafələri 40 mm və 50 mm olan hallarda çıxış yarığından keçən civə xətlərinin görünən oblastdakı spektrləri araşdırılır.

Şəkil 2-də civə lampasının diametri 10 mm olan silindrik güzgüdən əks olunmuş spektri göstərilmişdir.



Şəkil 2. Diametri 10 mm olan güzgüdən əks olunmuş spektrlər :
a-ekran məsafəsi 40 mm; b- ekran məsafəsi 50 mm

Güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafə 40 mm (a) və 50 mm (b) olduqda $\lambda_{max}=404-435,8$ nm oblastındakı göy xəttin spektrində ciddi dəyişikliklər müşahidə olunur, $\lambda_{max}=546,1$ nm olan yaşıl xəttin dəyişikliyi isə hiss olunacaq qədərdir: güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafə 40 mm olan halda bu xəttin 2 maksimumu aydın göründüyü halda, məsafə 50 mm olduqda daha bir xəttin maksimumu seçilir. Güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafə 30 mm olduqda ümumi mənzərə məsafə 40 mm olan haldan az fərqlənir.



Şəkil 3. Diametri 5 mm olan güzgüdən əks olunmuş spektrlər:
a-ekran məsafəsi 40 mm ; b- ekran məsafəsi 50 mm.

Şəkil 3-də civə lampasının göy və yaşıl xətlərinin diametri 5 mm olan güzgüdən əks olunmuş spektri göstərilmişdir.

Güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafə 40 mm (a) olduqda göy xəttin maksimumunda simmetrikliliyin pozulması, bu oblastda başqa xəttin də olmasını deməyə əsas verir. Güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafə 50 mm (b) olan halda spektrdə əhəmiyyətli dəyişiklər müşahidə olunur: $\lambda_{max}=435,8$ nm zolağı «parçalanaraq» bir-birinə yaxın 2 xəttə ayrılır. Civə lampasının spektrində bu oblastda $\lambda_{max}=433,9$ nm və $\lambda_{max}=434,4$ nm xətlərinin olması [6]-da qeyd edilmişdir. Burada həmin xətlərdən birinin, bəlkə də ikisinin birlikdə əmələ gətirdiyi zolağın maksimumunun vəziyyəti dəqiq qeyd olunur. $\lambda_{max}=546,1$ nm olan xəttin də spektrdə 3 maksimumun vəziyyəti ayırd edilir.

Yüksək AQ-li spektral cihazların köməyi ilə aparılan tədqiqatlar [7] nəticəsində civənin yaşıl xəttinin $6^3P_2 - 7^3S_1$ keçidi ilə bağlı olduğu və bu xəttin incə strukturunda civənin izotoplarına məxsus müxtəlif intensivlikli 14 xəttin olduğu müəyyən edilmişdir. Bunlardan civənin $H_q^{198}, H_q^{200}, H_q^{202}, H_q^{204}$ izotoplarının əmələ gətirdiyi xətlərin intensivliyi nisbətən böyük olub $\lambda_{max}=546,1$ nm xətti ilə müqayisə oluna bilərlər.

Silindrik güzgü daxil edilmiş difraksiyon sistemdə güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafəni dəyişdikdə spektrdə vəziyyətləri qeyd oluna bilən «yeni» xətlərin civənin izotoplarına məxsus olduğu şübhə doğurmur.

Beləliklə, silindrik cüzcü daxil edilmiş difraksiyon sistemdə güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafəni çoxaltmaqla aparılan tədqiqatlar sistemin AQ-ni artırmağın mümkünlüyü ilə yanaşı, (1) - ifadəsindəki AQ ilə ekran məsafəsi arasındakı asılılığı təsdiq edir.

Müxtəlif diametrlili güzgülərlə aparılan təcrübələrin nəticələri [6], belə sistemin AQ-nin (1) ifadəsində olduğu kimi güzgünün diametri ilə tərs mütənəsb olaraq dəyişdiyini nəzərə alsaq, kiçik ölçülü, yüksək AQ-li spektrometrik cihazların işlənməsi zamanı hər iki asılılıqdan həm ayrı-ayrılıqda, həm də hər ikisindən eyni zamanda istifadə etmək olar. Bunun təsdiqi kimi bir faktı qeyd etmək olar: başqa parametrlər eyni olduqda diametri 10 mm olan güzgüdən əks olunaraq 50 mm məsafədə yerləşən çıxış yarığından keçən spektrlə, diametri 5 mm olan güzgüdən əks olunaraq 35 mm məsafədə yerləşən çıxış yarığından keçən spektr, demək olar ki, eynidir.

Silindrik güzgü daxil edilmiş difraksiyon sistemin AQ-nin güzgünün ölçüsündən və ekran məsafəsindən asılılığından istifadə etməklə texniki göstəriciləri müasir analoqlarından üstün olan spektrometrik cihazlar yaratmaq mümkündür.

Silindrik güzgü daxil edilmiş çökük qəfəslili difraksiyon sistemin bəzi üstünlüklərini qeyd edək :

-difraksiya qəfəsinin və güzgünün vəziyyətlərinin seçilməsindən asılı olaraq çıxış yarığını cihazın gövdəsində ölçmələrin aparılması üçün münasib olan istənilən istiqamətdə yerləşdirmək olar;

-müxtəlif diametrlili güzgülərdən, yaxud xüsusi formalı hazırlanmış bir güzgüdən istifadə etməklə AQ iş prosesində dəyişdirilə bilən müşahidə cihazları işləmək mümkündür ;

-müasir texnologiya çox yüksək AQ-li, aberrasiyaları azaldılmış, ştrixləri arasındakı məsafələr müxtəlif olan qoloqrafik çökük difraksiya qəfəsləri hazırlamağa imkan verir [8]. Belə dispersiyaetdirici elementdən silindrik güzgü daxil edilmiş difraksiyon sistemlərdə istifadə etməklə spektrdə incə strukturları belə tədqiq etməyə imkan verə biləcək kiçik ölçüçəki parametrlili cihazlar işləmək olar .

Slindrik güzgülə daxil edilmiş çökük difraksiya qəfəslə difraksiyon optik sistemin köməyi ilə çoxkanallı spektrometrlərin işlənməsi də məqsəduyğundur. Slindrik güzgüdən əks olunan spektrin dispersiyası (həm də AQ) güzgüdən çıxış yarığına qədər olan məsafədən asılı olduğundan, müxtəlif ka-

nallarda spektrin müxtəlif $\Delta\lambda$ oblastını ayırmaq olar. Belə spektrometrlərdə işıq ötürücü vasitələrin və interferensiyon filtrlərin istifadə edilməsinə ehtiyac olmadığından, faydalı siqnalın itgisi əhəmiyyətli dərəcədə azalır.

- [1] *Yu.B. Bajanov, L.K. Timergazeev.* Opticheskiy jurnal. 2004, t.71, №1, s.17-22. (rusca)
- [2] *L.L. Doskolovich, S.I. Kharitonov.* Opticheskiy jurnal. 2005, t.72, №4, s.34-38. (rusca)
- [3] *A.B. Гринкович.* Opticheskiy jurnal. 2006, t.73, №5, s. 48-51. (rusca)
- [4] *N.Y. Yaqubzadə, T.H. Dilbazov* AMAKA-nın xəbərləri. 2006, № 3-4, s. 83-88.
- [5] *T.H. Dilbazov, N.Y. Yaqubzadə.* Fizika, 2006, c. 12, №4, s. 71-73.
- [6] *N.Y. Yaqubzadə, R.B. Abbasova, T.H. Dilbazov.* AMAKA-nın xəbərləri. 2007, c.7, № 1-2, s. 108-112.
- [7] *F.A. Korolyov, V.I. Odintsov.* Optika i spektroskopiya. 1956, t.1, №1, s.17-21.
- [8] *N.K. Pavlicheva.* Opticheskiy jurnal. 2002, t.69, №4, s.69-75.

T.G. Dilbazov, N.Y. Yaqubzade, S.A. Suleymanova, R.B. Abbasova

**THE DEPENDENCE OF THE RESOLUTION OF DIFFRACTION SYSTEMS
ON THE SCREEN DISTANCE**

The dependence of the resolution of spectrometer systems on the distance between cylindrical mirror and output slit is investigated. The experiment results show that the resolution of the system increases at the increase of the distance between mirror and output slit.

Т.Г. Дилбазов, Н.Я. Ягубзаде, С.А. Сулейманова, Р.Б. Аббасова

**ЗАВИСИМОСТЬ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДИФРАКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ОТ ЭКРАННОГО РАССТОЯНИЯ**

Исследована зависимость разрешающей способности спектрометрической системы от расстояния между цилиндрическим зеркалом и выходной щелью.

Результаты эксперимента показывают, что с увеличением расстояния между зеркалом и выходной щелью повышается разрешающая способность системы.

Received: 11.03.08