

DİFRAKSİYON OPTİK SİSTEMİN DISPERSİYASININ ARTIRILMASI

T.H. DİLBAZOV, N.Y. YAQUBZADƏ, E.Ə. HÜSEYNOVA

Milli Aerokosmik Agentliyi Elmi –Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutu
AZ1106, Bakı, Azadlıq prospekti, 159

Ş.Ə. BAYRAMOVA

Milli Aerokosmik Agentliyi Məxsusi Konstruktor Bürosu
Bakı, AZ-1106, S.S. Axundov küç.1, korpus2

Məqalədə difraksiya sisteminin dispersiyasının bu sistemə daxil edilmiş güzgünün diametrindən və ekran məsafəsindən asılılığı eksperimental olaraq tədqiq edilmişdir. Ölçmələr əvvəllər aparılmış nəzəri tədqiqatların düzgünlüyünü bir daha sübut etmişdir.

Spektrometrik tədqiqat üsulu kimi absorbsion spektroskopiyaya [1] optik analiz üsulu olub, maddənin elektromaqnit şüalanması ilə qarşılıqlı təsirinə əsaslanır. Yüksək həssaslığa və seçicilik qabiliyyətinə malik olan bu üsul analitik kimyanın bir çox məsələlərinin həllində geniş tətbiq olunur. İstehsalata nəzarət edilməsində və istehsalatın bəzi sahələrində hazır məhsulun analizi zamanı istifadə edilə bilən belə analizlərin köməyi ilə kimya, metallurgiya, metal emalı, biokimyəvi analiz və torpaqşünaslıqda xüsusi təmiz maddələrin tərkibində kiçik miqdarda aşqarları müəyyən etmək mümkün olur. Bəzi maddələrin miqdarını dəqiq təyin etmək, eləcə də çoxkomponentli sistemlərin analizi zamanı diferensial spektroskopiyanın müxtəlif variantları tətbiq edilir. Atom-absorbsion və emission spektroskopiyaya üsulları məhdudiyyətlərlə üzləşdiyi, tərkibində zəhərli uçucu birləşmələrin olduğu obyektlərin analizi üçün absorbsion spektrometriya üsulları əvəzlənməzdir. Kompleks əmələgəlmə proseslərinin tədqiqi və kompleks birləşmələrin kəmiyyət göstəricilərinin alınmasında absorbsion spektroskopiyaya xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

Spektrin dispersiyası absorbsion spektroskopiyada əsas parametrlər hesab edildiyindən, onun artırılması aktual hesab edilir.

Bu məqalədə difraksiya sistemə silindrik güzgü daxil edildikdə sistemin dispersiyasının artırılmasının eksperimental nəticələri şərh edilir.

Yüksək ayırdetmə qabiliyyətli (AQ), kiçik ölçülü spektrometrik cihazlar yaratmaq məqsədi ilə aparılan işlər [2] göstərdi ki, klassik sistemə silindrik güzgü daxil etməklə sistemin dispersiyasını və AQ-ni artırmaq olar. Həm də bu üsul sistemin ayrı-ayrı elementlərinin göstəricilərini artırmaqdan daha effektivdir. Belə sistemlərin xətti dispersiyası

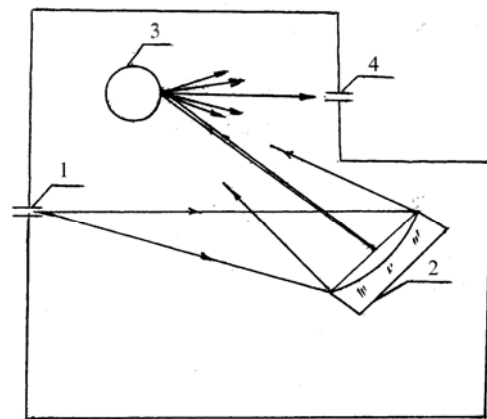
$$\frac{d\ell}{d\lambda} = \left(3 - 2 \frac{S'}{r} \right) \left(\frac{d\varphi}{d\lambda} \right)_q \cdot S'' \quad (1)$$

şəklində ifadə olunur.

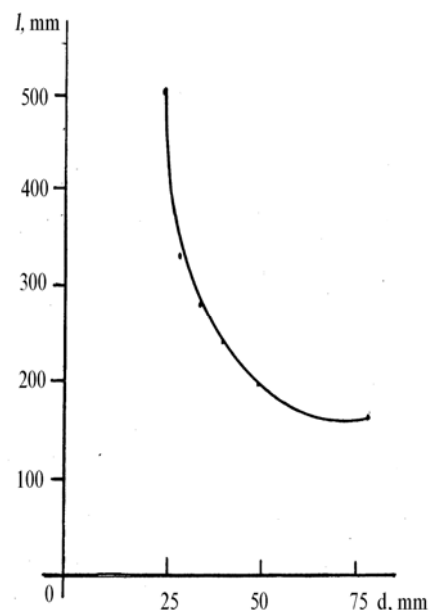
Burada S' – difraksiya qəfəsi ilə silindrik güzgü arasındakı, S'' – güzgü ilə çıxış yarığı arasındakı məsafədir (sonuncu ekran məsafəsi adlanır). r - güzgünün radiusu, $\left(\frac{d\varphi}{d\lambda} \right)_q$ – qəfəsin bucaq dispersiyasıdır.

Spektral közərmə lampasının işığı çökük difraksiya qəfəsinin fokusunda yerləşən giriş yarığına fokuslandırılır (şək.1). Difraksiya qəfəsinin formalaşdırdığı spektr fokal

müstəvidə spektrin eninə paralel istiqamətdə yerləşdirilmiş silindrik güzgünün səthinə, oradan da əks olunaraq çıxış yarığının müstəvisində yerləşən ekrana düşür.



Şək.1. Eksperimental qurğunun optik sistemi.
1-giriş yarığı, 2- çökük difraksiya qəfəsi, 3-silindrik güzgü, 4-çıkış yarığı.



Şək.2. Dispersiyanın qiymətinin güzgünün diametrindən asılılığı.

Müxtəlif diametrli güzgülərdən əks olunan spektrin görünən oblastdakı $\Delta\lambda$ uzunluğunu ölçərək və spektrin görünən oblastdakı $\Delta\lambda=750\text{nm} - 400\text{nm}$ dalğa intervalını bilərək sistemin $\frac{d\ell}{d\lambda}$ – xətti dispersiyasını və cihazın praktikada əsas

parametr kimi istifadə olunan dispersiyanın tərs qiymətini hesablamaq olar.

Difraksion sistemə silindrik güzgü daxil etdikdə dispersiyanın artmasını tədqiq etmək üçün çökük difraksiya qəfəsinin formalaşdırdığı spektr araşdırılmışdır.

Çökük difraksiya qəfəsinin əmələ gətirdiyi spektrin dispersiyası nisbətən böyük olduğundan, güzgüdən əks olunan spektrin uzunluğu xeyli böyük olur. Bu halda, spektri tam

əhatə edə bilən ölçmələr aparmaq üçün diametri nisbəti böyük olan (70–150mm) güzgüdən istifadə etmək lazım gəlir. Spektral cihazların parametrini yaxşılaşdırmaq üçün istifadə olunan və daha yaxşı nəticələr almağa imkan verən güzgülərin diametri 5 - 20mm-dir. [3]. Ona görə də KS-13 filtrin köməyi ilə spektrin görünən oblastından ancaq bir hissə, 620 - 750nm dalğa uzunluğu intervalı ayrılır [4], həmin işıq güzgüdən əks olunur və ekranda spektrin uzunluğu ölçülür.

Cədvəl 1.-də difraksion sistemin formalaşdırdığı spektrdən ayrılmış 130nm-lik dalğa uzunluğu intervalının müxtəlif diametrli güzgülərdən əks olunmuş spektrlərin ölçülmüş uzunluqları, xətti dispersiyaları və dispersiyanın tərs qiymətinin hesablanmış qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 1.

Difraksion sistemdə dispersiyanın qiymətinin güzgünün diametrindən asılılığı

Güzgünün diametri d , mm	Spektrin uzunluğu ℓ , mm	Xətti dispersiya $\frac{d\ell}{d\lambda} \frac{\text{mm}}{\text{nm}}$	$\left(\frac{d\ell}{d\lambda}\right)^{-1}$
∞ (müstəvi güzgü)	10mm	0,07	14
80	40	0,30	3,3
50	50	0,38	2,63
40	70	0,53	1,88
35	80	0,61	1,63
30	95	0,73	1,36

Cədvəldən görünür ki, diametri 30mm olan güzgüdən əks olunan spektrin dispersiyası müstəvi güzgüdən əks olunan spektrin dispersiyasından 10 dəfə çoxdur.

Şək.2.-də difraksion sistemdə dispersiyanın qiymətinin sistemə daxil edilmiş güzgünün diametrindən asılılığı qrafiki

göstərilmişdir.

Cədvəl 2.-də difraksion sistemdə spektrin uzunluğunun ölçülmüş, dispersiyanın və onun tərs qiymətinin ekran məsafəsindən asılılığının hesablanmış qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 2.

Dispersiyanın ekran məsafəsindən asılılığı

Güzgünün diametri d , mm	Ekran məsafəsi S'' , mm	Spektrin uzunluğu ℓ , mm	Xətti dispersiya $\frac{d\ell}{d\lambda} \frac{\text{mm}}{\text{nm}}$	Xətti dispersiyanın tərs qiyməti $\left(\frac{d\ell}{d\lambda}\right)^{-1}$
∞ (müstəvi güzgü)		8	0,06	16
80	20	30	0,23	4,34
	30	40	0,30	3,30
	40	50	0,38	2,63
	50	60	0,46	2,17
50	20	35	0,25	4,00
	30	45	0,34	2,94
	40	57	0,43	2,32
	50	65	0,50	2,00
40	20	40	0,30	3,30
	30	50	0,36	2,70
	40	60	0,46	2,17
	50	70	0,57	1,75

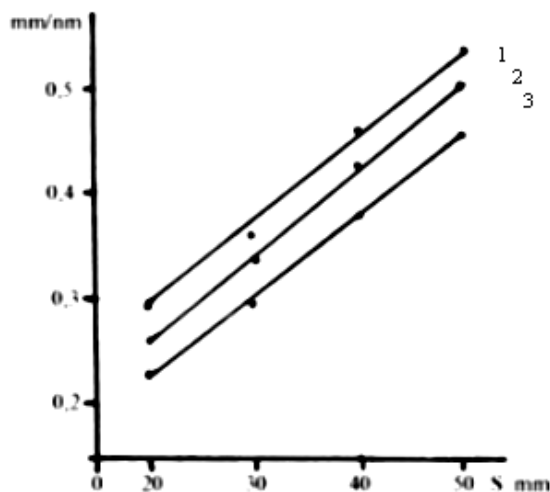
Cədvəldən görünür ki, difraksion sistemdə silindrik güzgü daxil edilmiş sistemin dispersiyası, klassik sistemdə olduğundan 10 dəfə böyük qiymət alır. Güzgünün diametrini kiçiltməklə bu artımı əhəmiyyətli dərəcədə çoxaltmaq olar.

Şək.2.- də difraksion sistemdə dispersiyanın qiymətinin güzgünün diametrindən asılılığı göstərilmişdir. Şəkildən gö-

rünür ki, güzgünün diametrinin 40-45mm-dən kiçik qiymətlərində bu asılılıq xətti asılılığa yaxın olur, diametrin bundan böyük qiymətlərində dispersiyanın qiymətinin diametrdən asılılığı zəifləyir, xətti asılılıq pozulur.

Şək.3.-də növbə ilə müxtəlif güzgülər daxil edilmiş difraksion sistemin dispersiyanın qiymətinin ekran məsa-

fəsindən asılılığı verilmişdir. Şəkildən görünür ki, dispersiyanın qiymətinin ekran məsafəsindən asılılığı güzgünün diametrinin müxtəlif qiymətlərində xəttidir, dəyişən isə dispersiyanın qiymətidir.



Şək.3. Difraksiyon sistemdə dispersiyanın qiymətinin güzgünün ekran məsafəsindən asılılığı.

1 - $S''=40$; 2 - $S''=50$; 3 - $S''=80$ mm.

Güzgünün diametrinin böyük qiymətlərində dispersiyanın qiymətinin xəttildən kənara çıxması, fikrimizcə (1) – ifadəsindəki nəzəri mülahizə ilə izah edilə bilər. Güzgünün diametri artdıqca, onun qiyməti qəfəslə güzgü arasındakı S' - məsafənin qiymətinə yaxınlaşır və nəticədə hasilin ifadəsindəki $\left(3 - 2 \frac{S'}{r}\right)$ həddi vahidə bərabər olur.

Xətti dispersiyanın ifadəsi $\frac{d\ell}{d\lambda} = \left(\frac{d\varphi}{d\lambda}\right)_q \cdot S''$ şəklini alır

ki, bu da klassik sistemdə dispersiyanın ifadəsinin eynidir [5]. Bu halda silindirik güzgü daxil edilmiş sistemin ekran məsafəsi, klassik sistemdəki çıxış obyektivinin fokus məsafəsinin rolunu oynayır.

Beləliklə, apardığımız eksperimental tədqiqatlar, silindirik güzgü daxil edilmiş sistemin dispersiyasını güzgünün diametrinin müəyyən qiymətlərinə qədər effektiv, ekran məsafəsinin isə bütün artan qiymətlərində yüksəldilə bilməsinin mümkünlüyünü göstərir. Bu nəticə, təklif olunan sistemlərin əsasında cihaz işləmələrində istifadə oluna bilər.

- [1] *M.Peşkova, M.İ. Qromova. Metodi absorbtionnoy spektroskopii v analitiçeskoy ximii. M. «Vısşaya şkola», 1976. (Rusca)*
- [2] *N.Y. Yaqubzadə, T.H. Dilbazov. Silindirik güzgü daxil edilmiş optik sistemin dispersiyası və ayırdetmə qabiliyyəti. AMAKA-nın Xəbərləri c.9, № 3-4, 2006, s.83-88*
- [3] *N.Y. Yaqubzadə, R.B. Abbasova, T.H. Dilbazov. Difraksiyon sistemin ayırdetmə qabiliyyətinin sistemə da-*

- xıl edilmiş güzgünün ölçüsündən asılılığı. AMAKA-nın Xəbərləri C.10, № 1-2,2007, s. 108-111*
- [4] *A.N. Zaydell, Q.V. Ostrovskaya, Yu. İ. Ostrovskiy. Texnika i praktika spektroskopii. M. «Nauka», 1972. s. 222. (Rusca)*
- [5] *İ.V. Skokov. Optičeskiye spektralniye pribori. M. «Maşinostroyeniye», 1984, s.92. (Rusca)*

T.H. Dilbazov, N.Y. Yaqubzade, SH.A. Bayramova, E.A. Huseynova

DISPERSION INCREASE OF DIFFRACTION OPTICAL SYSTEM

The dependence of diffraction system dispersion on mirror diameter, entered in this system, and on screen distance has been experimentally investigated. The measurements have proved the dependence, obtained earlier by theoretical researches.

Т.Г. Дилбазов, Н.Я. Ягубзаде, Ш.А. Байрамова, Э.А. Гусейнова

УВЕЛИЧЕНИЕ ДИСПЕРСИИ ДИФРАКЦИОННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Экспериментально исследовано зависимость дисперсии дифракционной системы от диаметра зеркала, вводимого в эту систему и от экранного расстояния. Измерения подтвердили правильность зависимости, полученной ранее теоретическими исследованиями.

Received: 04.06.09