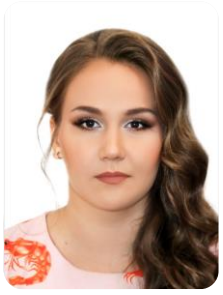
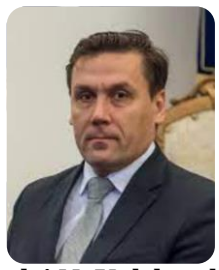
BROADBAND X-RAY SOURCE

مصدر أشعة سينية واسعة النطاق



Irina N. Balukho
إيرينا نيكولاييفنا بالوخو
Master's student of the Belarusian State University
طالبة ماجستير بجامعة بيلاروسيا الحكومية



Nikolai N. Kolchevsky
نيكولاي نيكولاييفيتش كولتشيفسكي
PhD, associate professor of the Department "Physical Electronics and Nanotechnology", Belarusian State University
أستاذ مشارك بقسم الإلكترونيات الفيزيائية وتقنيات النانو، جامعة بيلاروسيا الحكومية

Abstract: *The method of forming broadband X-ray sources is considered, A numerical experiment on obtaining a broadband source is performed, Software for forming broadband X-ray sources is developed.*

Keywords: Broadband source, X-ray radiation

الملخص: تم دراسة طريقة لتوليد مصادر الأشعة السينية ذات النطاق العريض حيث تم إجراء تجربة عددية للحصول على مصدر النطاق العريض وقد تم تطوير البرمجيات لتوليد مصادر الأشعة السينية ذات النطاق العريض.

الكلمات المفتاحية: مصدر النطاق العريض، الإشعاع بالأشعة السينية

Introduction

Formation of broadband sources is a task, the solution of which will allow to create new structurally and fundamentally sources for various applications. Such broadband X-ray sources can be used for X-ray diffraction, Laue method, X-ray fluorescence methods and color radiography. A broadband X-ray source may be a source with a complex anode or a source that consists of several sources: parallel sources that simultaneously irradiate an object in an experiment; sequential sources that will represent layer-by-layer irradiation, resulting in a broadband source.

Results and discussion

For both a source with a complex anode and multiple sources, the spectrum formation of a broadband source is a summation of spectra, which is described by the following expression:

$$I(\lambda) = \sum_i I_i(\lambda) = \sum_i k_i Z_i = \sum_i k_i Z_i \cdot \frac{(\lambda - \lambda_{0i})}{\lambda_{0i} \cdot \lambda^3} \qquad 1$$

where k_i Z_i – is the product of constants that depend on the given parameters of the i-th component and are independent of wavelengths; λ_{0i} – is the initial wavelength, for the i-th component of the source.

Thus, by summarizing the spectral intensities, there is mixing of intensities. A broadband X-ray source, from the point of view of color radiography, is a "white" source. Consequently, the formation of a broadband source consists in mixing the intensities so that it is "white" as a result of obtaining the integral color.

Let it be necessary to form a broadband source in the range $[\lambda_1;\lambda_2]$, then the intensity of the source can be written in the following form:

$$I = I_0(E^2 E_0 - E^3) \Rightarrow I_{MAX} \rightarrow E = E_0 \, 2/3 \qquad 2$$

The spectrum width of the i-th source is the following dependence:

$$\Delta E_{12} = \Delta y_{12} E_0 \qquad E_1/E_{01} = y_1 \quad E_2/E_{01} = y_2 \qquad 3$$

where E_{01} – is the set initial energy value for spectrum construction, equal to 100 keV.

As a result of transformations of formulas (2) and (3) we obtain the following equation:

$$(E/E_0)^3 - (E/E_0)^2 + 4X/27 = 0 \qquad 4$$

where X – is the parameter defining the tolerance on spectrum homogeneity.

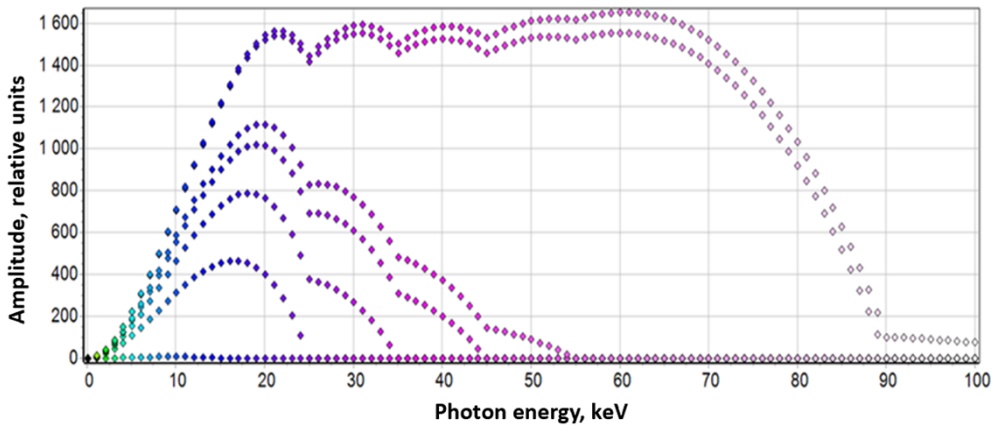


Fig 1. Formation of a multifocus broadband X-ray source

Conclusion

For a given source, the parameter X determines the energy band [E1; E2], which forms the resulting spectrum. The solution of this equation (formula (4)) allows us to calculate a multifocus X-ray source with a broadband spectrum (Figure 1). This method of broadband X-ray source formation was incorporated into the developed software.

المقدمة

يعد تكوين مصادر عريضة النطاق مهمة سيسمح حلها بإنشاء مصادر جديدة من الناحية الهيكلية والأساسية لمختلف التطبيقات .يمكن استخدام مصادر الأشعة السينية عريضة النطاق هذه في حيود الأشعة السينية وطريقة لاو وطريقة تألق الأشعة السينية والتصوير الإشعاعي الملون .يمكن أن يكون مصدر الأشعة السينية عريض النطاق مصدراً ذا أنود معقد أو مصدراً يتكون من عدة مصادر :مصادر متوازية تشعّع جسم ما في وقت واحد في تجربة ما؛ ومصادر متتابعة تمثل تشعيعاً طبقة تلو الأخرى، مما ينتج عنه مصدر عريض النطاق

النتائج والمناقشة

بالنسبة لكل من المصدر ذي المصعد المعقد والمصادر المتعددة، يكون تكوين الطيف لمصدر عريض النطاق عبارة عن تجميع أطياف موصوفة بالتعبير التالي:

$$I(\lambda) = \sum_i I_i(\lambda) = \sum_i k_i Z_i = \sum_i k_i Z_i \cdot \frac{(\lambda - \lambda_{0i})}{\lambda_{0i} \cdot \lambda^3} \qquad 1$$

حيث - k_i Z_i هو حاصل ضرب الثوابت التي تعتمد على معلمات معينة للمكون -i وهي مستقلة عن الأطوال الموجية؛ - λ_{0i} هو الطول الموجي الابتدائي للمكون i للمصدر.

وبالتالي، من خلال تلخيص الشدات الطيفية، هناك اختلاط في الشدة .مصدر الأشعة السينية عريض النطاق، من وجهة نظر التصوير الشعاعي الملون، هو مصدر" أبيض ."وبالتالي، فإن تكوين مصدر النطاق العريض يتمثل في خلط الشدات بحيث يكون" أبيض "نتيجة الحصول على اللون المتكامل.

لنفترض أنه من الضروري تكوين مصدر عريض النطاق في النطاق[$\lambda_1;\lambda_2$] ، فيمكن كتابة شدة المصدر على الصورة التالية:

$$I = I_0(E^2 E_0 - E^3) \Rightarrow I_{MAX} \rightarrow E = E_0 \, 2/3 \qquad 2$$

عرض الطيف للمصدر-i المصدر هو الاعتماد التالي:

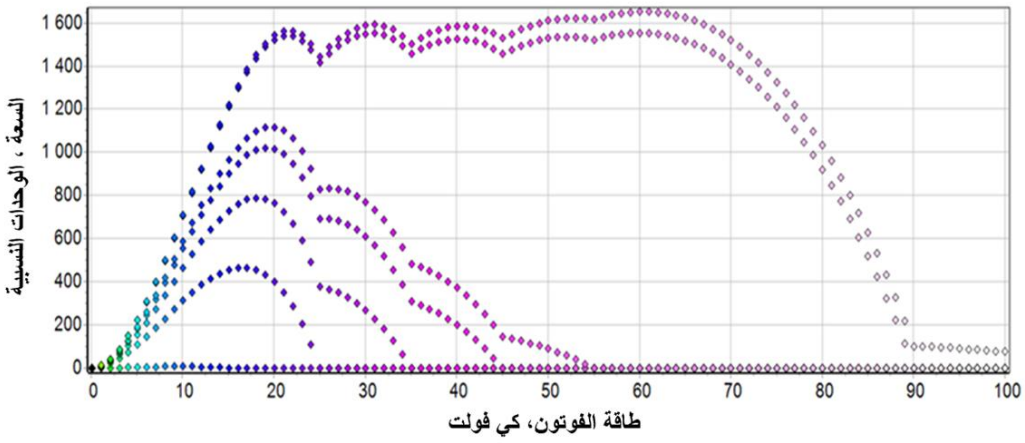
$$\Delta E_{12} = \Delta y_{12} E_0 \qquad E_1/E_{01} = y_1 \quad E_2/E_{01} = y_2 \qquad 3$$

حيث - E_{01} هي قيمة الطاقة الأولية المحددة لبناء الطيف، وتساوي.100 keV

نتيجة لتحويل المعادلتين (2) و (3)نحصل على المعادلة التالية:

$$(E/E_0)^3 - (E/E_0)^2 + 4X/27 = 0 \qquad 4$$

حيث - X هو البارامتر الذي يحدد التفاوت في تجانس الطيف.



الشكل 1. تشكيل مصدر أشعة سينية عريض النطاق متعدد البؤر

الخاتمة

بالنسبة لمصدر معين، يحدد البارامتر X نطاق الطاقة[E1 ؛[E2 ، الذي يشكل الطيف الناتج . ويسمح لنا حل هذه المعادلة) الصيغة ((4) بحساب مصدر أشعة سينية متعدد التركيز مع طيف عريض النطاق) الشكل .(1 تم دمج طريقة تكوين مصدر الأشعة السينية عريض النطاق هذه في البرنامج المطور .

References المراجع والمصادر

1. N. Kolchevskay, P. V. Petrov, N. N. Kolchevsky. Modeling of X-ray optical systems// Computer Technologies and Data Analysis (CTDA'2022) : proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Minsk, 21-22 April. 2022 / BSU; edited by V. V. Skakun (ed.). V. Skakun (editor-in-chief) [and others]. - Minsk: BSU, 2022. - p. 217-219.