

# Akustinio lauko apskaiciavimas pagal spinduolio paviršiaus virpesiu holografine interferograma

V. Minialga, S. Sajauskas

Prof.K.Barausko ultragarso mokslo centras  
Kauno technologijos universitetas

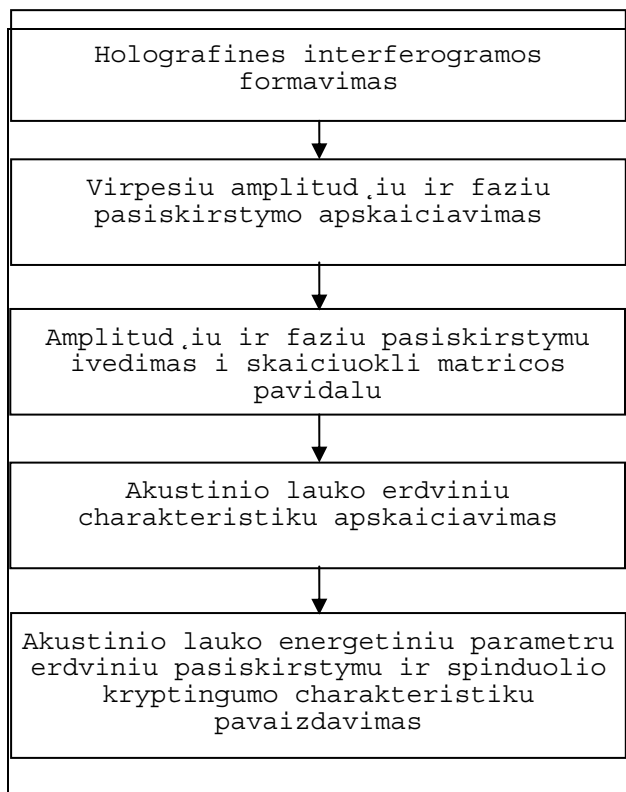
## Ivadas

Tiriant akustinius spinduolius da.nai naudojami holografines interferometrijos metodai [1]. Jie igalina u.fiksuoti akustiniu virpesiu pasiskirstyma spinduolio pavir•iuje, be to, leidia nustatyti absoliucias amplitudiu ir faziu reik•mes bet kuriame tiriamo pavir•iaus ta•ke [2,3].

Eksperimenti•kai i•matuotas virpesiu pasiskirstymas vienoje plok•tumoje gali buti pirmine informacija apskaiciuojant tokio spinduolio skleidiamo akustinio lauko virpesius. •iuo atveju pagal Hiuigenso ir Frenelio principa lauko parametrai ivertinami bet kuriame ta•ke ar plok•tumoje.

## Tyrimu eiga

Diagramoje (1pav.) parodyta veiksmu, atliekamu tiriant spinduolio akustini lauka holografines interferometrijos metodu, seka.



1pav.

Skaliarinis akustinio lauko amplitudiu potencialas  $\phi$  apskaiciuojamas pavir•iaus integralo budu [4]. Nagrinejamuoju diskretiniu atveju  $\phi_{lm}$  apskaiciuojamas pagal formule

$$\phi_{lm} = \sum_j \sum_k \|V_{j,k}\| \frac{e^{ikr_{jklm}}}{r_{jklm}} ;$$

(1)

cia  $\|V_{j,k}\|$  - virpesiu amplitudiu ir faziu pasiskirstymo spinduolio pavir•iuje matrica;  $k=2\pi/\lambda$  - banginis skaicius;  $r_{jklm}$  - atstumai tarp ta•ku spinduolio pavir•iuje ir skaiciuojamojoje plok•tumoje.

## Rezultatu ivertinimas

Rezultatu neapibre.ti lemia holografiniu matavimu paklaidos ir apskaiciavimu tikslumas. Pasak Kotelnikovo atskaitu teoremos [5], virpesio periode turi buti inombent dviejy atskaitu rezultatai. Todėl reikia atitinkamai parinkti atskaitu tanki spinduolio pavir•iuje ir skaiciuojamojoje plok•tumoje. Atstumas tarp ta•ku  $d$ , palyginti su akustines bangos ilgiu  $\lambda$ , turi tenkinti salyga

$$d \leq (1/2)\lambda.$$

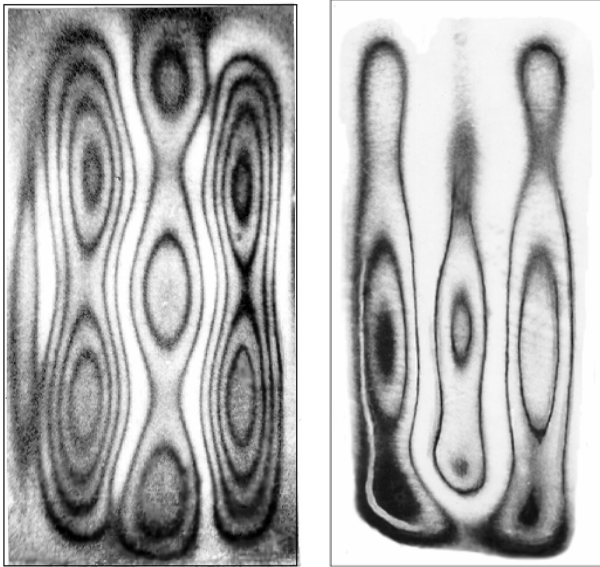
(2)

Kadangi optines bangos ilgis da.niausiai daug ma.esnis u. akustines bangos, tai atskaitu tankis spinduolio pavir•iuje visada gali buti padarytas pakankamas. Parenkant optines schemas elementu aperturas galima iki pageidaujamo lygio suma.inti grudetaja vaizdo struktura. Ta•ku tanki skaiciuojamojoje plok•tumoje riboja skaiciuoklio ir programos greitaveika.

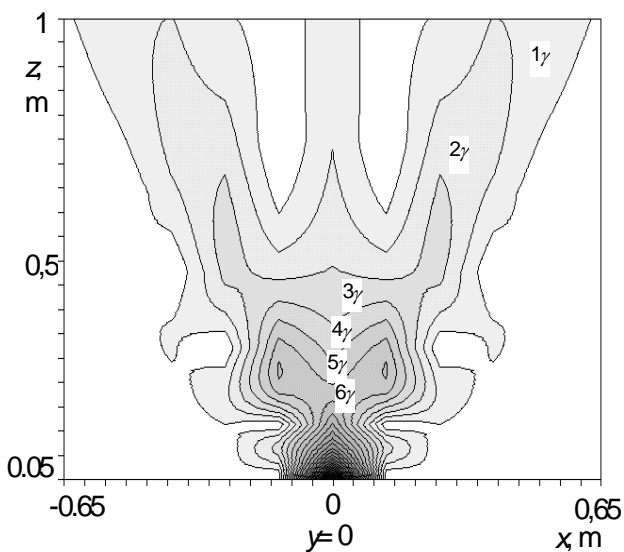
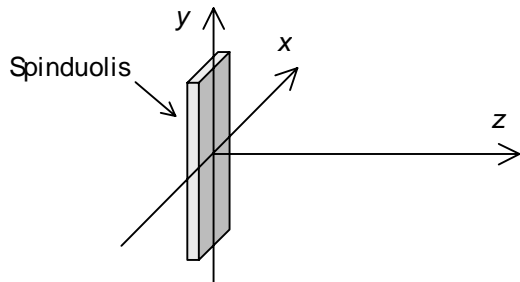
## Tyrimu metodo taikymo pavyzdys

2 paveiksle, a ir b pavaizduotos eksperimentiniu akustiniu spinduoliu, virpanciu lankstymo virpesiais 30 kHz da.niu, holografines interferogramos. Jos u.registruotos optineje schemoje su dujiniu He-Ne lazeriu (optines

bangos ilgis  $0.633 \mu$ ), veikiančioje



laikinio suvidurkinimo metodu [1]. 2 paveiksle, a, virpesiu pasiskirstymas yra taisyklingai simetriškas, kas rodo gera jo pjezoelemento priklijavimo kokybe. Tuo tarpu 2 paveiksle, b, pavaizduotas virpesiu pasiskirstymas dėl prastos pjezoelemento priklijavimo kokybes yra asimetriškas horizontaliosios



osies atvilgiu.

a)

b)

2 pav. Virpančiu spinduoliu paviršiu holografines interferogramos: a) kokybiškas spinduolis; b) nekokybiškas spinduolis

3 paveiksle matyti koordinaciu sistema, naudota apskaičiuojant virpesiu pasiskirstymus spinduoliu paviršiuje ir ju akustiniu lauku parametrus.

3 pav. Spinduolio padėtis koordinaciu sistemoje

4 pav. Konturinis akustinio lauko lygiu grafikas, gautas per retai parinkus taškus skaičiuojamojoje plokštumoje

Skaiciavimo rezultatu neapibretis labai priklauso nuo pasirinkto tašku tankio ir spinduolio paviršiuje, ir skaičiuojamojoje plokštumoje. 4 paveiksle matyti konturinis grafikas, gautas parinkus skaičiuojamojoje plokštumoje taškus, nutolusius vienas nuo kito  $d=5\lambda$ .

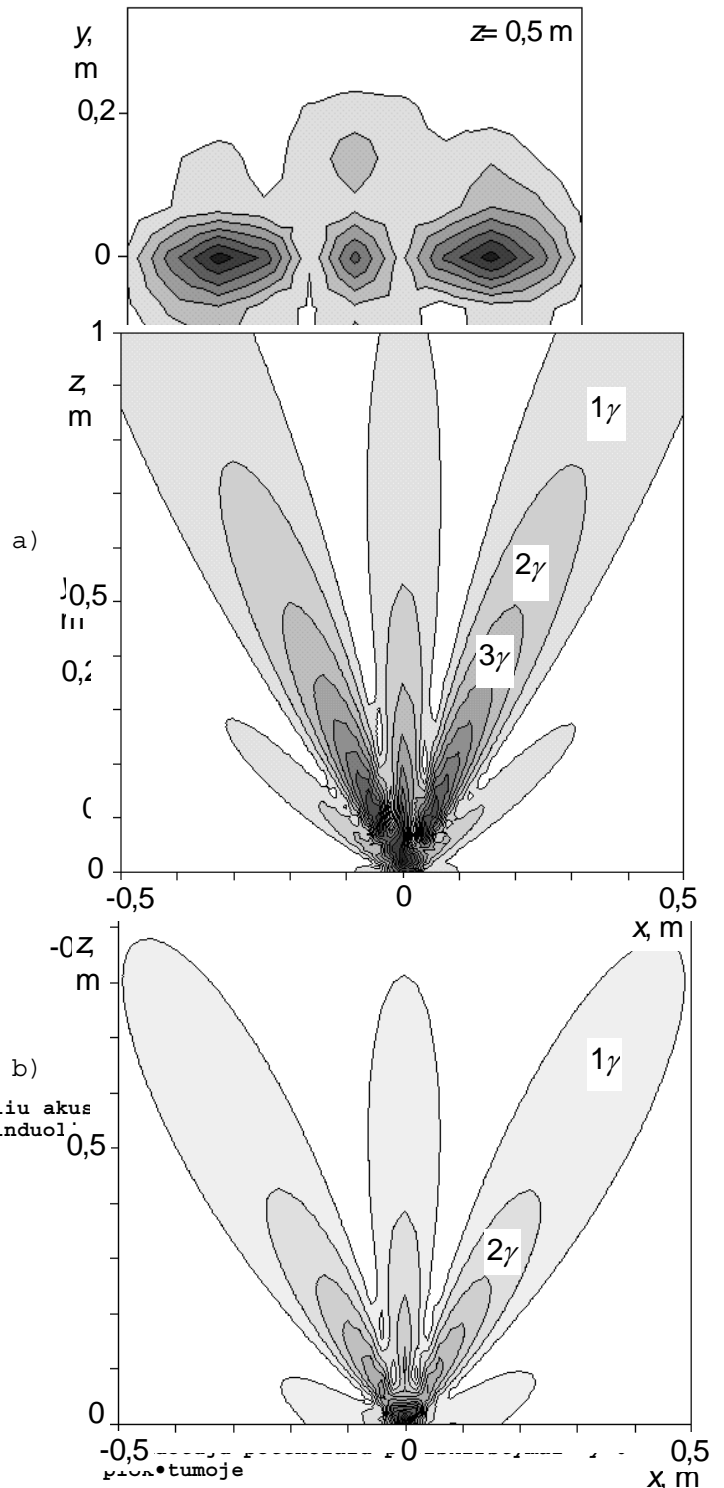
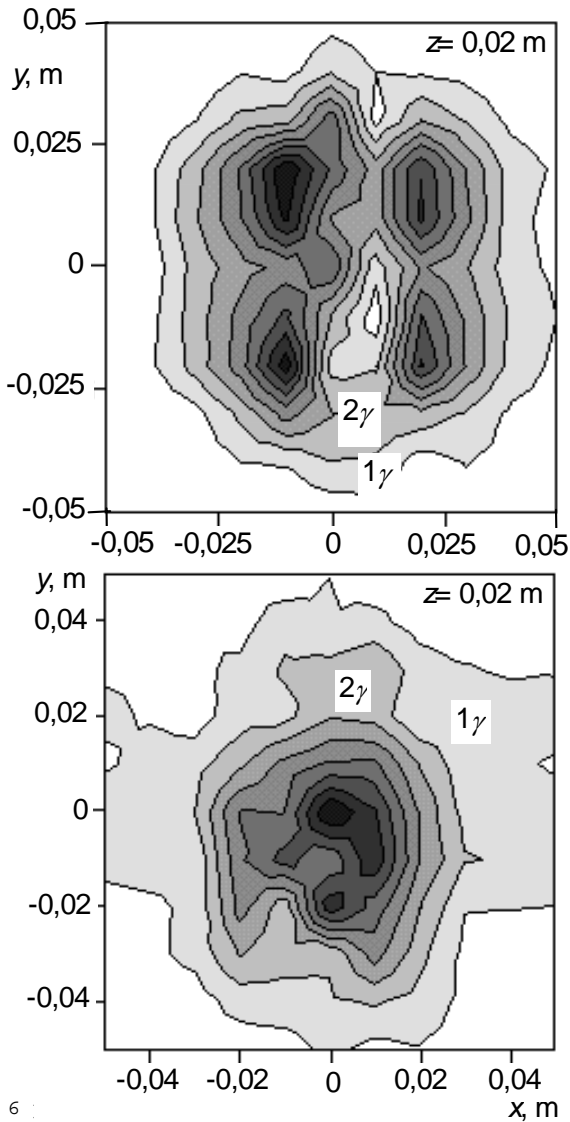
Pailginus apskaičiavimo laika ir parinkus tašku tanki pagal Kotelnikovo atskaitu teorema (2), gaunamas rezultatas, parodytas 5 paveiksle, a ir b. Cia apskaičiavimai atlikti plokštumoje, einancioje per spinduolio centra lygiagrečiai su trumpesne briauna ir statmenai jo paviršiu.

Kreivių uždarymo tamsumas proporcingas normuotojo potencialo lygiams intervalais  $\gamma = 1/n$ ; čia  $n$  - pasirinktas lygių skaičius.

6 paveiksle matome akustinio

tyrimu metodika padeda įvengti sudėtingu akustiniu kameru poreikio, kas itin svarbu esant dideliu nuotoliu matuokliams.

Autoriai dėkingi Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų



lauko potencialo modulio pasiskirstymus plokštumoje, lygiagrečiose su spindulio paviršiumi, esant įvairiems nuotoliams  $l$  nuo jo. Pagal šiuos pasiskirstymus įvertinama spindulio kokybė ir tai, ar jis tinka norimam uždaviniui spresti.

**Pabaiga**

Optiniai holografiniai matavimai leidžia nustatyti amplitudinių pasiskirstymą realaus spindulio paviršiuje. Šiuo matavimu su pakankamai mažomis paklaidomis galima apskaičiuoti spindulio sukuriamo lauko pasiskirstymą norimoje plokštumoje. Pasiūlytoji

fondui uždavimams suteikta parama.

**Literatura**

1. Innl ianzcé Ć.C., Iónónia G.G., Innl ianza? C.A. Cieicl aoc-ánza? cknáll oáll igálll c?.- Ginzaa: Kaóza, 1977.-336 c.

2. **Sajauskas S.** Izotropiniu kietu kunu elektroakustiniai tyrimo metodai. - Kaunas: Technologija, 1994. -320 p.
3. **Sajauskas S., Minialga V.** Ultragarsines lankstymo virpesiu sistemos holografinis tyrimas //Elektronika ir elektrotechnika. -1997.- Nr.2(11). -P.14-17.
4. **Hutchins D.A., Mair H.D., Puhach P.A., Osei A.J.** Continuous-wave pressure fields of ultrasonic transducers, JASA, vol. 80, No 1, pp.1-12, 1986.
5. **Nil' ai-kcz li il' aäcizeäzn il' kczä** /Liä iläé il' ää. A.A. Zóeczianzici. - G.: Zkäl' cc?, 1967, N 1.-648 n.

V. Minialga, S. Sajauskas

**Calculation of acoustic field using holographic measurements of the radiator's vibrations**

Summary

The distribution of amplitudes of vibrations is measured and calculated according to the results of the holographic interferometry of a radiator's surface. The distribution of displacement amplitudes in acoustic field is calculated by using the matrix of the distribution of vibrations on the surface of a radiator. Such an approach enables to avoid using of big acoustic cameras.

DOI: 10.5755/j01.u.27.1.7853