

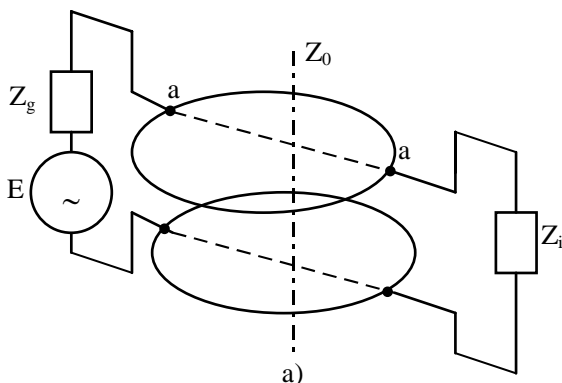
## Akustinio piedinio rezonatoriaus sistemingojo paklaido klausimu

V. Giedraitienė, V. Sukackas

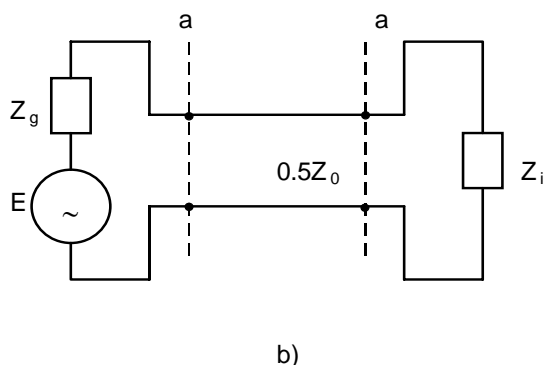
Kauno technologijos universitetas

Studentø g. 50, 3000 Kaunas

Piedinis rezonatorius - tai tobuliausias interferencinis-rezonansinis matavimø árankis. Linijiniame ar tûriniame rezonatoriuje, pvz., ultragarsiniame interferometre, atspindþiai galuose daugiausia priklauso nuo akustinio impedansø (medþiagos ir spinduolio/atðvaito) santykio. Jo didinimà riboja fizinës ir techninës galimybës. Ðiedinà rezonatoriø galima ásivaizduoti kaip linijinà, apkrautà galuose begaliniu (ar nuliniu) impedansu ir susuktà ratu.



Todël sumabþija neigiama spinduolio/atðvaito impedansø átaka rezonatoriaus kokybei.



1 pav. Elektromechaninës analogijos bangai, sklindančiai sienele statmenai vamzdþio aðies. E-ëvj,  $Z_g$  - spinduolio,  $Z_0$  - bûdingosios linijos ir  $Z_i$  ãmiklio impedansai

Tiksliau imant, rezonatoriø galime ásivaizduoti kaip ratu susuktà ilgus linijos gabalà (1 pav., a.), kurio taðkuose a - a prijungtas spinduolis E, turàs iðþejimo impedansà  $Z_g$ , ir impedanso  $Z_i$  ãmiklis. Galime "patempti" linijà up taðkø a-a taip, kad "susiplotø" ir

virstø nauja linija su banginiu impedansu  $0.5Z_0$  (1 pav., b). O tai ekvivalentiðka impedansø padidþjimui, palyginti su linijiniu ar tûriniu rezonatoriumi. Atitinkamai pagerþja kokybë.

Bangø interferencija þiediniame rezonatoriuje panaudojama nuosëdø sluoksnio storiui vidiniame cilindrinio vamzdþio pavirðiuje nustatyti [1]. Nuosëdos didina slopinimà, todël rezonuojanëio vamzdþio atkarpos kokybë tam tikromis sàlygomis duoda informacijà apie nuosëdø storà. Yra pasiûlytas metodas nuosëdø storiui nustatyti, esant ðiek tiek iðkraipytai rezonuojanëio vamzdþio dþþninei amplitudës charakteristikai [2]:

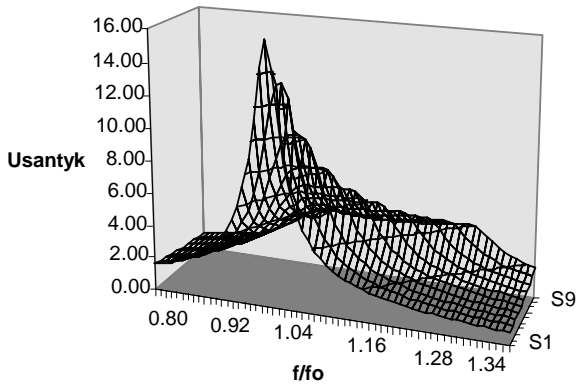
$$n = \frac{\int_1^2 \left| \frac{dU'}{dt} \frac{dt}{df} \right| df}{\int_1^2 U' df} = \frac{\int_1^2 \left| \frac{dU'}{df} \right| df}{\int_1^2 U' df}, \quad (1)$$

- signalo amplitudë,  $k=0 \div 0.1$  - dydis, parenkamas triukðmama slopinti,  $U' > 0$ , 1 ir 2 - integravimo rëþiai, apimantys pasirinktus rezonansinius maksimumus.

Kai rezonansinis signalas neiðkraipytas, ðis santykis beveik proporcingas rezonansinës amplitudës ir amplitudës, tolimos nuo rezonansinës, santykiui, t.y. kokybei.

Ið tiesø integralas (1) formulës skaitiklyje duoda dvigubà rezonansinæ amplitudæ, o integralas vardiklyje iðreiðkia plotà po kreive. Jei dþþnio intervalas gerokai didesnis up paties rezonatoriaus juostos plotà - 3 dB lygyje, tuomet plotas proporcingas amplitudei, tolimai nuo rezonansinës. Kokybë galima laikyti atvirkðëiai proporcinga nuosëdø sluoksnio vidutiniam storiui.

Esant iðkreiptai dþþninei amplitudës charakteristikai, ryðys tarp kokybës ir sluoksnio storio tampa sudëtingesnis ir yra neþinomas, o dël to atsiranda paklaida. Darbe [3] iðnagrinëtas atvejis, kai rezonuojanëioje vamzdþio atkarpoje yra sritys, kuriose elastiniø bangø greitis ðiek tiek skiriasi. Tuomet dþþninës amplitudës charakteristika formuojama kaip atskirø ðiek tiek skirtingo dþþnio rezonansiniø charakteristikø superpozicija.



2 pav. 16 sluoksniø rezonansø superpozicija, z aþyje santykinis gretimø rezonansø iðderinimas: S1-0, S8-0.02

Parodyta, kad matavimas pagal (1) formulæ tikslesnis, negu matavimas ið juostos ploëio arba ið rezonansinës amplitudës.

Esant baigtinio storio vamzdþio sienelëms, bangø kelias vidiniu pavirðiumi ðiek tiek trumpesnis nei iðorinis. Pabandëme analizuoti sienelës storio átakà dþninëms amplitudës charakteristikos formavimui. Tam tikslui sienelë sąlygiðkai padalyta á 16 koncentrinio sluoksniø ir atlikti dþninëms amplitudës charakteristikos skaiëiavimai vis storëjant sluoksniams. Gautos charakteristikos parodytos 2 paveiksle.

Artimiausioji kreivë atitinka vienodà visø sluoksniø dþnã  $f_0$  (t.y. nulinã storá). Tolimiausioji kreivë atitinka tolygiai pasiskirsësius dþnã ribose:

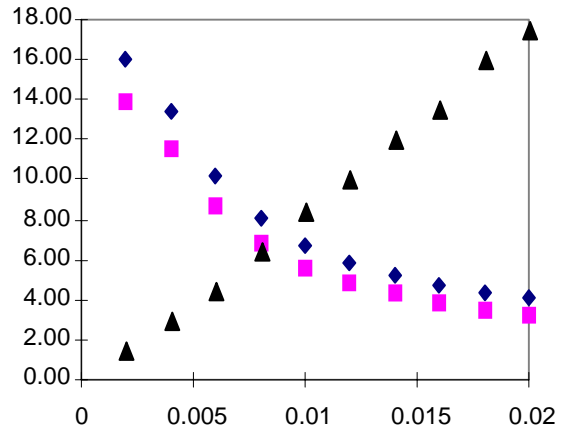
$$f_0 - \Delta f + f_0 + \Delta f = (0.984 \div 1.016) f_0.$$

Visø sluoksniø kokybë artima 25.

Ðioms kreivëms pritaikyti tie patys kokybës nustatymo algoritmai kaip ir darbe [3]. Rezultatai parodyti 3 paveiksle.

Matome, kad santykinë sistemingoji paklaida bus maþiausia pastaraisiais dviem atvejais. Taëiau kokybei nustatyti ið maksimalios amplitudës reikia, kokiø nors kitø nepriklausomø būdø nustatyti ir vëliau palaikyti tam tikrose ribose viso likusio elektroakustinio trakto perdavimo koeficientà. Taigi mûsø pasiūlytas algoritmas - (1) formulë yra pranaðesnis.

Fizikinë modeliavimo interpretacija priklauso nuo naudojamo bangø tipo. Simetrinio (nulinës eilës) Lembo bangø atveju þemuosiuose dþnãniuose geometrinës dispersijos nėra, todėl



3 pav. Kokybės nustatymo modeliavimo 1 pav. kreivëse rezultatai santykiniais vienetais: ◆ - ið kreivës ploëio -3 dB lygyje, ◆ - skaiëiuojant ið maksimalios amplitudës, ■ - pagal (1) formulæ

vamzdá galima beveik grieþtai ásivaizduoti kaip keletà koncentrinio sluoksniø. Antisimetrinës Lembo bangos (taip pat nulinës eilës) pasiþymi didele dispersija, todėl reikia atitinkamai koreguoti bangø greitá, kintant menamam sluoksniø storiui. Tam tikra analogija pastebima tûrinio bangø interferometruose, jei skersai bangø pluoðto matomas greitio gradientas arba yra ðiek tiek nelygiagretūs keitikliai. Sakoma, kad tokio atveju atsiranda "satelitai".

Literatūra

1. B. Áreëiá, B. Nõëáõëáñ. Èioáðõáðñiáðõë-áñëëë iáðiá iáðiëë ñññõýýý ðáðññiáë-áñëëõ õðááññiáññiá// Ááðáëðññññññ. - 1995. Nñ. 8.- C. 44-47.
2. V. Volkovas, V. Sukackas, V. Potapenko. Vamzdnyuose susidariusio nuosëdø kontrolës būdas ir árenginys jo realizavimui// Lietuvos respublikos patentas.- 1996.- Nr. 3304.
3. V. Giedraitienë, V. Sukackas. Multirezonansinës akustinës sistemos kokybës nustatymo algoritmo modeliavimas// Ultragarsas.- 1997. -Nr. 1(27).- P. 24-26.

V. Giedraitienë, V. Sukackas

About the system - errors of the acoustical ring-type resonator

Summary

An acoustical ring-type resonator was investigated, for example, a piece of a pipe with or without sediments. It was assumed that the resonator consists of many concentric cylinders resonating separately. The resonance characteristic in such a case is a superposition of the resonances of all cylinders. Increasing their number or the difference of frequencies, the response becomes wider. That is the source of the errors discussed in the paper.