

ETALONINIO SUKLIO KOMPARATORIJE TIKSLUMO TYRIMAS

Alius Galdikas¹

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
El. paštas: ¹aliusgal@gmail.com

Santrauka. Straipsnyje bus nagrinėjamas kampų matavimo sistemų, kampinių keitiklių bei limbų kalibravimo stendo sukurtas UAB „Precizika metrology“ etaloninio suklio komparatoriuje paklaidų matavimas, jų įvertinimas, taip pat bus bandoma nustatyti kampinio keitiklio paklaidų priklausomybę nuo suklio paklaidų. Atlikta kampų matavimo įrangos suklių apžvalga, analizė. Pateiktos pagrindinės schemos. Atlikta etaloninio suklio paklaidų aproksimacija parametrinėmis funkcijomis. Apibendrinta visų suklio matavimų rezultatų analizė – kuo charakteringos paklaidų kreivės, jų aproksimacijos parametrinėmis funkcijomis. Remiantis gautais rezultatais nustatyta, kad etaloninio suklio radialinės paklaidos sąlygojamos vieno iš pavaros elementų (manoma movos).

Reikšminiai žodžiai: etaloninis suklys, kampų komparatorius, kampinis keitiklis, mova

Įvadas

Informacinės kampų matavimo sistemos ir jų elementai – rastrinės ir kodinės skalės, kampo keitikliai, žiediniai lazeriai (lazeriniai girometrai) – plačiai naudojami automatizuotose metalo pjovimo staklėse ir mašinose, robotų valdymo sistemose, matavimo prietaisuose ir navigacijos įrenginiuose. Linijinių poslinkių mechanizmai ir mašinos ir matavimo technika yra labai gerai išnagrinėti ir aprūpinti matavimo technika ir etalonais. To negalima pasakyti apie kampų matavimų prietaisus ir sistemas. Kampų matavimo sistemų tikslumo parametrų tikrinimas reikalauja specialios įrangos ir kampo etalonų naudojimo, o šiuolaikiniuose įrenginiuose ir prietaisuose naudojamų kampų matavimo sistemų įvairovė dar labiau apsunkina šį uždavinį.

Limbų ir kitokio pobūdžio apskritiminių skalių brūkšnių kampinės padėties paklaidos yra nustatomos ir įvertinamos šiais būdais (Bansevicius *et al.* 2005, 2006):

- lyginant su kampu, sudarytu kitais kampų matavimo įtaisais;
- lyginant su kampu, sudarytu bandymų metu ir artimu jo nominaliajai vertei;
- sukančią pavyzdinę ir matuojamąją skalę ir jų kampų skirtumą išreiškiant laiko intervalo skaičiumi.

Darbo tikslas – išmatuoti etaloninio suklio radialinės paklaidas, rasti suklio paklaidų priklausomybę nuo jų įtakojančių elementų poveikio, nustatyti ar po įtakojančių elementų poveikio modernizavimo pakito suklio paklaidų charakteristikos.

Tyrimo objektas

Suklys yra vienas iš pagrindinių kampo komparatoriaus komponentų, esminiai įtakojančių jo tikslumą ir kitus funkcinis parametrus, todėl jam skiriamas ypatingas dėmesys.

Labai opus klausimas yra suklio guolių tipo parinkimas. Buvo nagrinėjami dviejų tipų guoliai – riedėjimo ir aerostatiniai. Kito tipo guoliai yra nekonkurencingi.

Posūkio sistema su riedėjimo guoliais parodė gana prastus rezultatus. Šio suklio radialinė sukimosi paklaida viršija 1 μm , keičiant sukimosi kryptį pasireiškia histereziniai reiškiniai, paklaidai būdingos aukšto dažnio komponentės. Pastarąsias sudėtinga kompensuoti matematiniais metodais.

Geriausio tikslumo rezultatai buvo gauti su aerostatiniais guoliais turinčiais suklius.

Tai pagrindžiama išskirtinai naudingomis preciziniams judesiams realizuoti suspausto oro plėvelės savybėmis:

- efektyviu aukšto dažnio formos paklaidų vidurkinimu;
- ypač maža trintimi guoliuose;
- histerezinių reiškinų mažumu;
- plačiu judesių greičio keitimo diapazonu, galimybe realizuoti judesius, kurių greitis artimas nuliui be strik proceso pasireiškimo.

Žinoma, kad suklių su aerostatiniais guoliais sukimosi radialinis ir ašinis tikslumas daugiausia priklauso nuo šių faktorių:

- besisukančių suklio elementų formos paklaidų dydžio ir jų harmoninių komponentių dažnio;

- oro plėvelės slėgio dydžio ir jo pasiskirstymo epiūrų;
- išorinių jėgų dydžio, krypties ir šių parametrų pastovumo.

[vertinus tai, buvo pasirinktas firmos NELSON AIR RT 200L aerostatinis suklys, kurio radialinė ir ašinė sukimosi paklaidos $\pm 0,025 \mu\text{m}$ (1 pav.).

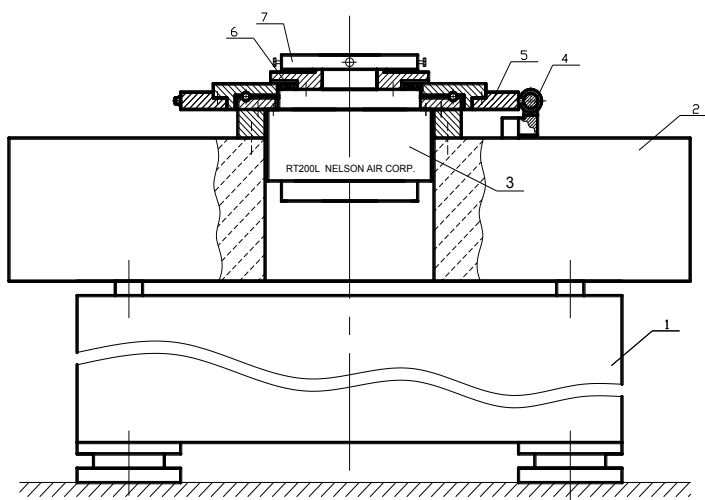


1 pav. Aerostatinis suklys NELSON AIR RT 200L

Fig. 1. Rotary air bearing NELSON AIR RT 200L

Šis suklys pasižymi savo funkcionalumu, mažomis sukimosi paklaidomis, geru sukimosi pasikartojamumu, nereikalauja priežiūros, lengvai montuojamas.

Principinė komparatoriaus schema su etaloniniu sukliu parodyta 2 paveiksle.



2 pav. Kampo komparatorius su aerostatinio sukliu: 1 – stovas; 2 – granitinė plyta; 3 – etaloninis suklys; 4 – sliekas; 5 – sliekratis; 6 – mova; 7 – niveliavimo staliukas

Fig. 2. Angle comparator with the rotary air bearing: 1 – stand; 2 – granite brick; 3 – rotary air bearing; 4 – screw; 5 – screw wheel; 6 – coupling; 7 – levelling table

Eksperimentinis tyrimas

Suklio matavimui naudotas TALYMIN matavimo prietaisas su savirašiu įrenginiu.

Nagrinėjant precizinio suklio tikslumą, išskiriamos radialinės, ašinės ir kampinės sukimosi paklaidos.

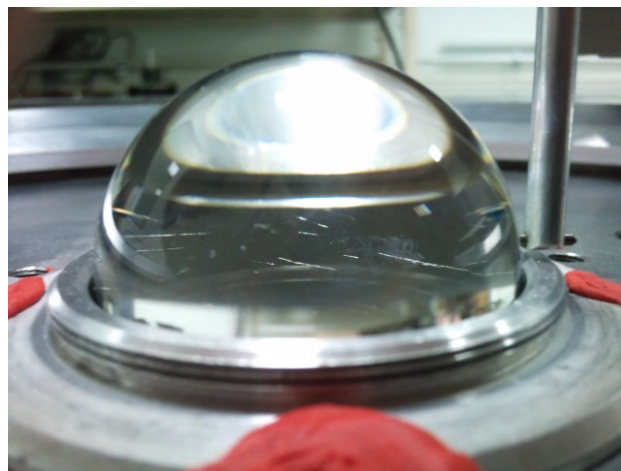
Precizinių suklių ašinės ir kampinės paklaidos yra eile mažesnės už limbų formos paklaidas, kurių įtakos kalibravimo tikslumo eliminavimui komparatoriuje numatomos autofokusavimo sistemos. Todėl jų nagrinėjimas ir matavimas yra neaktualūs komparatoriaus ir jo posūkio sistemos sukūrimui, remiantis aukščiau išdėstytais argumentais bus nagrinėjamos tik radialiosios sukimosi paklaidos.

Radialiųjų paklaidų matavimui buvo pasirinktas pavyzdinio apskritumo mato metodas suprojektuotame kampo komparatoriuje. Radialiųjų paklaidų matavimo bendras vaizdas bei pavyzdinės sferos vaizdas parodytas 3 ir 4 paveiksluose.



3 pav. Radialiųjų paklaidų matavimo stendo bendras vaizdas

Fig. 3. Radial errors in measuring the overall picture



4 pav. Pavyzdinės sferos vaizdas

Fig. 4. Sample image sphere

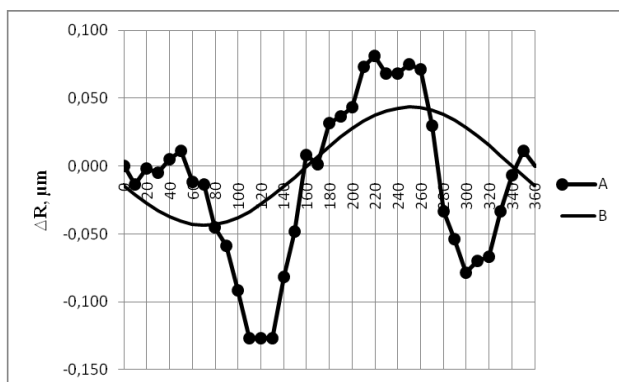
Radialiųjų paklaidų matavimui pavyzdinė sfera, kurios formos paklaidos neviršija $0,004\text{--}0,005\text{ }\mu\text{m}$, plastilino ir vaško mišiniu tvirtinama prie suklio. Pusės apskritimo metodu išstatoma sfera, kad būtų aerostatinio suklio centre t.y. nustatoma suklio nulinė padėtis ir nuskaitymi duomenys pasukus sferą 180° vėl nuskaitymi duomenys, jei nesutampa sfera stumdama tol kol duomenys susivienodina, tą patį veiksmą atliekame ties $90\text{--}270^\circ$. Matavimas remiasi pastovaus kampo kartinimu apskritime, pradedant nuo vieno kurio nors taško ir baigiant tuo pačiu tašku. Matavimai atliekami keletą kartų, tolesniems skaičiavimams naudojamas kelių matavimų vidurkis. Apskaičiuojamas vidutinis kvadratinis nuokrypis. Preciziniu mažų poslinkių matuokliu su užrašančiu prietaisu registruojamas radialinis sferos mušimas. Radialinė suklio sukimosi paklaida nustatoma pagal radialaus sferos mušimo grafiką.

Pagrindinės suklio matavimo paklaidos yra movos, sferos išstatymo (ekscentriciteto), matuotojo, rodmenų pateikimo paklaidos (Vekteris *et al.* 2009).

Tyrimų rezultatai

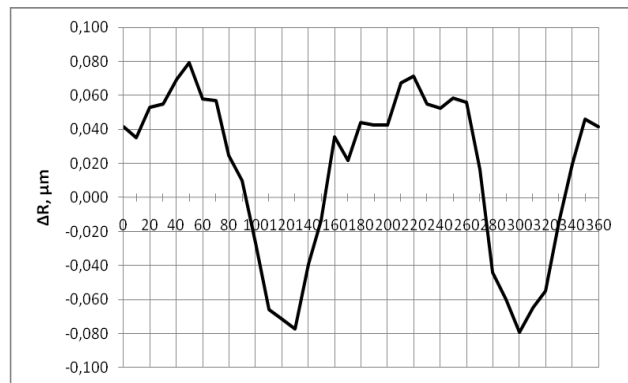
Tyrimui suklio paklaidų duomenys buvo nuskaitymi kas dešimt laipsnių ($0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, \dots$), statistškai duomenims įvertinti buvo skaičiuojamas vidutinis kvadratinis nuokrypis, kelių matavimų vidutinės reikšmės aproksimuotos trigonometrinio polinomu (Furjė eilute).

Sferos išstatymo paklaida kompensuojama eliminavus iš matavimų rezultatų pirmąją harmoniką (ekscentricitetą) (5 pav.), matavimo rezultate lieka nekompensuotas dydis – suklio radialiosios sukimosi paklaidos (6 pav.).



5 pav. A – matavimų duomenys, B – pirmoji harmonika

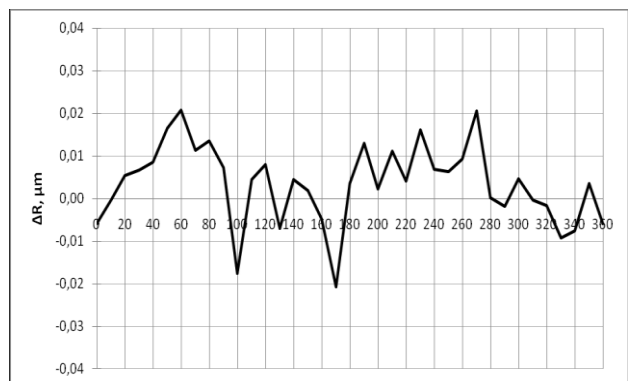
Fig. 5. A – measurements, B - The first harmonic



6 pav. Suklio radialiosios sukimosi paklaidos su mova

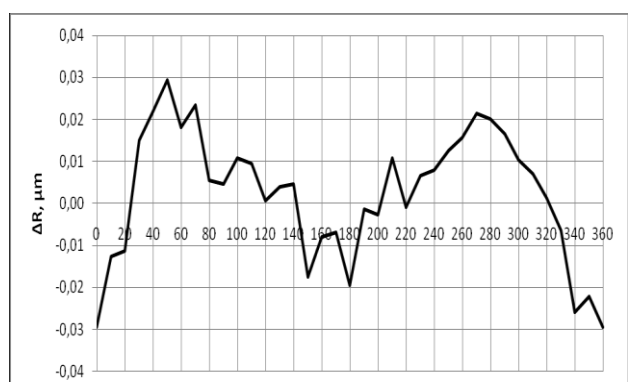
Fig. 6. Radial spindle rotation error with coupling

Gautos suklio sukimosi paklaidų reikšmės $\pm 0,08\text{ }\mu\text{m}$ (6 pav.) yra ženkliai didesnės už gamintojo nurodytas reikšmes $\pm 0,025\text{ }\mu\text{m}$. Siekiant įsitikinti, ar gamintojo nurodytos paklaidos yra teisingos, buvo pamatuotas suklys, gauti rezultatai pateikti 7 paveiksle.



7 pav. Suklio radialiosios sukimosi paklaidos be movos

Fig. 7. Radial spindle rotation error without coupling



8 pav. Suklio radialiosios sukimosi paklaidos modernizavus mova

Fig. 8. Spindle radial error in the modernization of the rotation sleeve

Išvados

1. Atlikus matavimus buvo pastebėta, kad etaloninio suklio radialinės paklaidos yra neigiamai sąlygojamos vieno iš pavaros elementų t.y. movos.
2. Išsprendus movos konstrukcines problemas ir atlikus pakartotinius matavimus rezultatai buvo patenkinami t.y. rezultatai artimi gamintojo nurodytiems tikslumams.
3. Etaloninio suklio radialinėms paklaidoms nustatyti pagal naudotą metodiką duomenis nuskaityti pakanka kas 10 laipsnių.

Literatūra

- Bansevicius, R.; Giniotis, V. 2005. Mechatronic correctional devices for precision engineering. International conference "Mechatronic systems and materials MSM 2005". Abstracts. 20-23 October 2005, pp. 133-134. ISBN 9986-05-900-3.
- Bansevicius, R.; Giniotis, V. 2006. Mechatronic correctional devices for precision engineering. Mechatronic Systems and Materials. MSM2005. Vol 113 of Solid State Phenomena. Ed. by Nin Bizys and Andrejus Henrikas Marcinkevicius. Trans Tech Publications LTD, Switzerland. 2006, Vol. 113, pp. 429-434. ISBN:3-908451-21-1. ISBN-13 978-3908451-21-1.
- Bručas, D. 2008. Modified circular scale testing and calibration method Bručas, D.; Giniotis, V. // The 7th International conference "Environmental engineering".
- Giniotis, V. 2005. Padėties ir poslinkių matavimas. (Position and Displacement Measurement, in Lithuanian). ISBN 9986-05-890-2.
- Seilius, A. 2001. Elektroninių matavimų metrologijos pagrindai.
- Vekteris, V.; Jurevičius, M.; Kiliukevičius, A. 2009. Matavimų teorija ir praktika.

SPINDLE COMPARATOR REFERENCE ACCURACY TEST

A. Galdikas

Abstract

The paper will address the angle measuring systems, transducers and angle calibration bench rotary scale created Ltd. "Precizika Metrology" standard comparator spindle error measurement, evaluation, and will attempt to determine the angular dependence of the error converter spindle errors. Done angle measuring equipment, spindle, review, analysis. The main scheme. Performed the standard errors of the spindle function approximation parameters. Summary of the spindle measurement results analysis - the error characteristic curves, the approximate functions of the parameters. Based on the results obtained showed that the standard spindle radial error caused one of the drive units (estimated clutch).

Keywords: standard spindle, angles comparator, angle converter, coupling.