

(19)



(10) **LT 5818 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5818**

(51) Int. Cl. (2011.01): **G01B 5/00**

(21) Paraiškos numeris: **2011 022**

(22) Paraiškos padavimo data: **2011 03 23**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2011 10 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2012 03 26**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

Vytautas GINIOTIS, LT
Lauryna ŠIAUDINYTĖ, LT
Domantas BRUČAS, LT

(73) Patent savininkas:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

—

(54) Pavadinimas:

Geodezinių prietaisų vertikaliųjų kampų matavimo sistemų kalibravimo būdas

(57) Referatas:

Išradimas yra iš matavimo technikos ir technologijų srities ir gali būti naudojamas geodezinių prietaisų, naudojamų pramonėje, gamyboje, moksle, vertikalių kampų kalibravimui atlikti. Geodezinių prietaisų vertikaliųjų kampų matavimo sistemų kalibravimo būdas, kuriuo matavimus atlieka patalpoje, naudoja brūkšninę skalę kaip etaloną bei lygina kalibruojamąjį kampą su pamatiniu kampu, be to, prietaiso vertikaliųjų kampų matavimo sistema vizuoja į vertikalios etaloninės skalės brūkšninį matą bei vertikaliuosius kampus nustato pagal trigonometrinius parametrus.

5

Technikos sritis

Išradimas priklauso matavimo technikos ir technologijų sritims, skirtas geodezinių prietaisų, naudojamų pramonėje, gamyboje, moksle, vertikalių kampų kalibravimui atlikti.

Siūlomas būdas gali būti taikomas geodezinių kampų matavimo prietaisų (teodolitų, tacheometrų), vertikalių kampų matavimo sistemos kalibravimui atlikti.

Technikos lygis

Šiuo metu geodezinių prietaisų patikrą ir jos būdus pasaulyje reglamentuoja tarptautinis standartas ISO 17123 - 3. Pagal šio standarto 6 dalį, geodezinių prietaisų vertikalių kampų matavimo sistemų patikrą rekomenduojama atlikti lauko sąlygomis, statant prietaisą 50 m atstumu nuo matuojamo objekto. Tuomet pasirenkamos 4 kryptys tarp kurių matuojami vertikalūs kampai. Matavimai atliekami verčiant prietaisą per zenitą. Iš gautų rezultatų apskaičiuojamos vertikalių kampų vidutinės reikšmės, randamas laisvės laipsnių skaičius bei nustatomas standartinis nuokrypis ir taip randama prietaiso matavimo paklaida. Dideliam matavimų tikslumui užtikrinti reikalingos geros oro sąlygos.

Vilniaus Gedimino technikos universitete (VGTU), Geodezijos Institute yra sukonstruotas kampų kalibravimo stendas (komparatorius), skirtas kampų matavimo prietaisų kalibravimui. Tačiau šis įrenginys skirtas geodezinių prietaisų horizontalių kampų kalibravimui. [Bručas, D. *Development and research of the test bench for the angle calibration of geodetic instruments*; Geodezinių kampų matavimo prietaisų kalibravimo įrangos kūrimas ir tyrimas: daktaro disertacija: technologijos mokslai, matavimų inžinerija (10T)/ Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika, 2008. 141 p.].

Kartu su horizontaliuoju kampu norint kalibruoti ir vertikalųjį (pvz., geodeziniam prietaisams – teodolitams, tacheometrams) naudojami specializuoti kalibravimo standai [Ingensand, H. A New Method of Theodolite Calibration. *XIX International Congress*, Helsinki, Finland, 1990, 91–99 p.].

Minėtojo stendo geodezinių prietaisų vertikalių kampų matavimų kalibravimui naudojamas atskiras sukamasis prietaisas, kurio rankenos kampinė padėtis nustatoma preciziniu fotoelektriniu kampo keitikliu.

Žinomas prietaisas judančių mašinos dalių kampiniai padėčiai matuoti pagal autorinį liudijimą SU 1370438 G01 B 5/20. Prietaisas susideda iš šliaužiklio, per elastinę jungtį pritvirtinto prie mašinos judančiosios dalies ir sujungto su kampų matavimo keitikliu, esančiu statmenoje padėtyje mašinos dalies judėjimo kryptimi. Judant mašinos daliai, kurios kampiniai svyravimai turi būti matuoti prietaisu, šliaužiklis seka etaloninę tiesialinijįškumo arba plokštumo matą, o elastinė jungtis su tarpinėmis detalėmis perduoda kampinio svyravimo vertes į kampo keitiklį, iš kurios informacija perduodama į registravimo įtaisą arba kompiuterį.

Žinomas prietaisas yra tinkamas matuoti mašinų ir staklių dalių kampiniams svyravimams matuoti, tačiau jis yra sunkiai pritaikoma geodeziniams prietaisams kalibruoti, nes yra sunku ar net neįmanoma sujungti teodolito (tacheometro) žiūrono padėtį kampinio judesio metu su matuojamuoju įtaisu.

Siekiant kuo tiksliau nustatyti geodezinių prietaisų apskritiminių skalių tikslumą, kuris siejamas su kampų matavimo tikslumu, naudojami kiti matavimo būdai. Limbų ir kitokio pobūdžio apskritiminių skalių brūkšnių kampinės padėties paklaidos yra nustatomos ir įvertinamos šiais būdais:

- lyginant su kampu, sudarytu kitais kampų matavimo įtaisais bandymų metu ir artimu jo nominaliajai vertei;
- sukant etaloninę ir matuojamąją skales ir jų kampų skirtumą išreiškiant kampo verčių skirtumu.

Geodezinių prietaisų limbų matavimams taikomi Vildo, Č. Vitoženco, pusės apskritimo, pastovaus kampo kartojimo apskritime metodai, tačiau visi šie būdai skirti apskritiminių skalių matavimams, o ne prietaisų vertikalinių kampų matavimo sistemos kalibravimui.

Šveicarijoje vertikalinių kampų kalibravimui naudojamas stendas, sudarytas iš tam tikru kampu nuo kalibruojamo instrumento pritvirtintų autokolimatorių. Šį stendą plačiai taikyti sudėtinga dėl jo didelių fizinių parametrų. Taikant šį metodą galima kalibruoti tik tam tikrus vertikaliosios kampus ties kuriais įtvirtinti autokolimatoriai [V. Giniotis, D. Bručas ir L. Šiaudinytė „Arrangement for vertical angle calibration of geodetic instruments“. „Mechanika“ 2009 m. Nr. 5(79). 59 - 62 p. ISSN 1392 - 1207]. Šis vertikalinių kampų matavimo sistemos kalibravimo būdas yra gan sudėtingas ir neužtikrina sistemos kalibravimo panaudojant mažus kampus, nes prietaisų vertikalinių kampų matavimo sistemas galima kalibruoti tik matuojant tam tikrus kampus. Vėliau šis įtaisas buvo patobulintas ir jame esantis precizinis kampų keitiklis panaudotas kaip etalonas.

Visi aprašytieji metodai įvairiai taikomi atliekant geodezinių prietaisų vertikalių kampų matavimo sistemų kalibravimą, tačiau yra sudėtinga užtikrinti aukštą matavimų tikslumą.

Siūlomo geodezinių prietaisų vertikalių kampų kalibravimo metodo privalumas yra tas, jog šis metodas taikomas laboratorijoje ir kalibruojant nedidelius kampus galima nustatyti tiriamojo prietaiso vertikalių kampų matavimo tikslumą.

Išradimo esmė

Siūlomas išradimas pagrįstas prietaiso vertikaliųjų kampų matavimo sistemos vizavimu į žinomą atstumą nuo prietaiso optinės ašies bei žinomame aukštyje esančią žymę, kurios padėtis nusakoma naudojant etaloninius matus. Atlikus matavimus su kalibruojamu prietaisu į šią žymę, paliekant užfiksuota prietaiso vertikalųjį kampą prietaisas stumiamas kol jis nutaikomas į kitą žinomą žymę. Vertikalus kampas lieka užfiksuotas, tačiau žymė keičiasi. Kalibravimo vertė yra nustatoma pagal abiejų vizavimų metu sudaromų trikampių trigonometrinius parametrus, kurie lyginami su pagal etaloninius parametrus nustatytuoju etaloniniu kampu.

Geodezinių prietaisų vertikalių kampų matavimo sistemų kalibravimo būde naudojami įtaisai: etaloniniai ilgio matai, brūkšninis etaloninis matas bei kompiuterinės programos matavimų rezultatų apdorojimui.

Siūlomo būdo privalumas yra tas, jog taikant šį būdą laboratorijoje ir atliekant precizinius matavimus galima atlikti kokybišką ir tikslų geodezinių kampų matavimo prietaisų vertikalių kampų matavimo sistemų kalibravimą.

Išradimo realizavimo aprašymas

Vertikalių kampų kalibravimas yra ilgas ir sudėtingas procesas, reikalaujantis didelio matuotojo atidumo. Taikant klasikinius vertikalių kampų kalibravimo metodus bei nurodytus tarptautiniame standarte, kampai matuojami ir kalibruojami lauke. Lauke parenkami nejudantys taškai ir tiriamuoju prietaisu atliekami vertikalių kampų matavimai tarp krypčių į šiuos punktus ir nustatomos matavimo paklaidos.

Siūlomas išradimas pagrįstas tarptautinio standarto ISO 17123 – 3 (2001) šeštoje dalyje nurodyto vertikalių kampų matavimo būdo tobulinimu išlaikant aukštą matavimo tikslumą.

Pritaikius naująjį vertikalių kampų matavimo sistemų kalibravimo būdą nustatyta, jog šis turi privalumų lyginant su ankstesniais kalibravimo metodais. Šis metodas taikomas laboratorijoje ir

kalibruojant nedidelius kampus galima nustatyti tiriamojo prietaiso kampų matavimo tikslumą. Didelis siūlomo išradimo privalumas yra tai, kad kalibravimo procesas atliekamas patalpoje ir įtakos matavimų tikslumui nedaro oro sąlygos.

Kampų matavimo prietaiso vertikalios kampo kalibravimo schema pagal siūlomą išradimą parodyta Fig. 1. Schemoje parodytos dvi kalibruojamojo prietaiso padėties – pradinė I' ir antroji padėtis I'' . O_1 ir O_2 prietaiso okuliaro pasisukimo centras pirmoje ir antroje padėtyse. S – etaloninė skalė, pastatyta vertikaliajoje padėtyje prietaiso I vizavimo zonoje. Prietaisas pastatytas l atstumu statmenai etaloninei skalei. Norint išmatuoti prietaiso okuliaro pasukimo kampą φ , reikia žinoti atstumo l ir statmens h' vertes. Tam tikslui į matavimo schemą pridedama žinoma ilgio vertė l_e , tai yra, prietaisas perstumiamas ilgiu l_e į naują padėtį ir vėl matuojamas statmuo pagal etaloninę skalę S . Ilgis l_e sudaromas ant kreipiančiųjų padėjus galinį ilgio matą, horizontaliąją skalę ar naudojant kitokį precizinį atstumų matavimo etaloną. Prietaiso okuliaro vizavimo kampas ω yra paliekamas tas pats ir okuliaru nuskaitomas naujas rodmuo h'' .

Kalibruojamojo kampo vertė gali būti išreikšta:

$$\varphi = \arctg \frac{h'}{l} \quad (1)$$

Po prietaiso perstatymo į naująją padėtį per etaloninį ilgį l_e ir atskaičius naują rodmenį h'' , ta pati kampo vertė bus išreikšta:

$$\varphi = \arctg \frac{h''}{l + l_e} \quad (2)$$

Iš (1) ir (2) lygčių galima surasti ilgio l tikrąją vertę:

$$l = \frac{h' l_e}{h'' - h'}$$

arba

$$l = \frac{l_e}{\frac{h''}{h'} - 1}, \quad (3)$$

Nustatoma kalibruojamojo kampo ω vertė pagal (1) lygtį. Tęsiant vertikalių kampų matavimo sistemos kalibravimą atliekami papildomi matavimai, taikant skirtingas papildomo ilgio vertes – įstatant skirtingo ilgio etaloninius ilgio matus iki surandant kalibruojamojo kampo vertes kalibravimo diapazone. Papildomo etaloninio ilgio panaudojimas leidžia atlikti geodezinio kampų matavimo prietaiso vertikaliųjų kampų matavimo sistemos kalibravimą laboratorinėmis sąlygomis.

Siūlomas geodezinių prietaisų vertikalių kampų matavimo sistemų kalibravimo būdas, įgyvendinamas laboratorinėmis sąlygomis, supaprastina vertikalių kampų matavimo sistemų kalibravimo procedūrą ir didina matavimų tikslumą.

Išradimo apibrėžtis

1. Geodezinių prietaisų vertikaliųjų kampų matavimo sistemų kalibravimo būdas, kuriuo matavimus atlieka patalpoje, naudoja brūkšninę skalę kaip etaloną bei lygina kalibruojamąjį kampą su pamatiniu kampu, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad prietaiso vertikaliųjų kampų matavimo sistema vizuoja į vertikalios etaloninės skalės brūkšninį matą bei vertikaliuosius kampus nustato pagal trigonometrinius parametrus.
2. Geodezinių prietaisų vertikaliųjų kampų matavimo sistemų kalibravimo būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad žymės, į kurią vizuoja kalibruojant vertikaliųjų kampų matavimo sistemas, horizontaliąją bei vertikaliąją padėtis nustato naudojant linijinius etaloninius matus.
3. Geodezinių prietaisų vertikaliųjų kampų kalibravimo būdas pagal 1 arba 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad rezultatą nustato vizavimo kampo vertę lyginant su žinomą vertikaliosios ir horizontaliosios atkarpų sudaromo kampo verte.
4. Geodezinių prietaisų vertikaliųjų kampų matavimo sistemų kalibravimo būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad etaloniniu matu naudoja linijinį brūkšninį matą ir vizuoja į vieną iš to mato brūkšnių nustatant vertikaliojo kampo vertę.
5. Geodezinių prietaisų vertikaliųjų kampų matavimo sistemų kalibravimo būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad tarp kalibruojamojo prietaiso ir vizuojamosios skalės pastato žinomos vertės ilgio matą ir vizuoja į kitą žinomą brūkšninį matą, o kalibravimo vertę nustato pagal abiejų vizavimų metu sudaromų trikampių trigonometrinius parametrus.

