

(19)



(10) **LT 5217 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5217**

(51) Int. Cl.⁷: **G01M 13/02
G01M 17/00
G01L 1/26**

(21) Paraiškos numeris: **2003 050**

(22) Paraiškos padavimo data: **2003 05 29**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2004 12 27**

(45) Patent paskelbimo data: **2005 05 25**

(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:

**Robertas MIKALAUSKAS, LT
Vitalijus VOLKOVAS, LT**

(73) Patent savininkas:

Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, 3006 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

**Aurelija ŠIDLAUSKIENĖ, Patentinės patikėtinės Aurelijos Šidlauskienės firma,
K. Būgos g. 29, LT-44326 Kaunas, LT**

(54) Pavadinimas:

Diržinių perdavų diržų būklės diagnostikos būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklauso diržinių perdavų lanksčių elementų (diržų) diagnostikos sričiai. Pagal šį išradimą identifikuojami naujos ar po remonto surinktos diržinės perdavos pagrindiniai ir kartotiniai žadinimo dažniai bei sudaromos diržinės perdavos žadinimo dažnių ir diržo linijinio greičio sąryšio nomogramos. Išmatavus diržinės perdavos guoliavietės vibracijas ir atlikus signalo spektrinę analizę, fiksuojamos gauto spektro informatyviųjų dedamųjų reikšmės nemažesnės už $0,3 \cdot f_d(1)$, kur $f_d(1)$ - pagal perdavos parametrus apskaičiuotas diržo skersinių virpesių pirmasis savasis dažnis, ir šie duomenys yra laikomi baziniais. Po to, eksploatacijos metu, periodiškai matuojant guoliavietės vibracijas, gauto spektro informatyviųjų dedamųjų reikšmės lyginamos su baziniais duomenimis ir pagal tai nustatoma diržo įtempimo jėga bei jo būklė. Nauja yra tai, kad apie diržo būklę sprendžiama eksploatacijos metu matuojant perdavos skriemulio guoliavietės vibracijas, atliekant jų spektrinę analizę bei naudojant sudarytas nomogramas, t. y. Netiesiogiai, neardant ir nestabdant mechanizmo.

Išradimas priklauso būdų sričiai, kurio metu yra atliekama eksploatuojamų diržinių perdavų, esant laisvam perdavos darbo režimui ir pastoviam tarpašiniam atstumui, plokščių, apvalių, krumplinių bei perdavos komplektą sudarančių diržų būklės kontrolė.

Žinomas perdavų diržų kontrolės būdas, kuriuo pagrįstas įrenginys, skirtas [žr. Rusijos Federacijos patentą Nr. RU2115906; G01M13/02, 17/00; 1998] naujai pagamintų diržų kokybės būklei įvertinti bei galintis tiksliai išmatuoti diržo parametrus apsprendžiančius jo patvarumą, ilgaamžiškumą, energijos sklaidą, skerspjūvio matmenų stabilumą visame diržo ilgyje. Būdas pagrįstas parametrų surinkimu įvertinant priverstinių virpesių modą, apatinio skriemulio virpesių amplitudę ir dažnį. Naudojant šį būdą, perdavą žadina rezonansiniu dažniu ir matuoja apatinio skriemulio virpesių amplitudę bei dažnį, po to pagal šiuos parametrus sprendžia apie diržo būklę.

Šis būdas ir juo pagrįstas įtaisas pasižymi nepakankamu efektyvumu, nes norint patikrinti diržo būklę šio įrenginio pagalba reiktų specialiai stabdyti perdavą, ją išmontuoti ir tik po testuoti patį diržą bandyminiame stende.

Žinomas perdavų diržų kontrolės būdas, kuriuo pagrįstas įrenginys, skirti [žr. JAV patentą Nr. US5959220; G01L1/26; 1999] automatiškai išmatuoti diržinės perdavos diržo pradinį įtempimą tokių mechanizmų kaip skalbimo mašinos ar panašių įrenginių surinkimo proceso eigoje. Būdas susideda iš diržo šakos deformavimo, šios deformacijos matavimo bei diržo įtempimo jėgos nustatymo. Naudojant šį būdą, deformavimo įrenginį perkelia į padėtį, kurioje deformuojamas diržas, po to matuoja slėgį veikiantį įrenginį bei atstumą, kuriuo įrenginys pasislinko deformuojant diržą; naudojant išmatuotą slėgį bei poslinkį, nustato ar diržo įtempimo jėga yra tinkamame reikšmių intervale.

Šis būdas ir juo pagrįstas įrenginys nėra tinkami eksploatacijos metu kontroliuoti diržo įtempimo jėgą, nes šio parametro kontrolei atlikti perdavą reikia stabdyti, sudaryti sąlygas apkrauti diržo šakas statine apkrova. Todėl šio metodo trūkumas – nepakankamas efektyvumas.

Išradimo tikslas – diržinių perdavų diagnostikos būdo sukūrimas, kuris padidintų perdavų diagnostikos patikimumą, efektyvumą ir patogumą bei kuriuo būtų galima, nestabdant mechanizmo ir jo neišmontuojant, nustatyti diržo būklę eksploatacijos metu.

Šis tikslas yra pasiekiamas tuo, kad naudojant šį būdą, susidedantį iš diržo šakos įtempimo jėgos nustatymo ir diržo būklės įvertinimo, identifikuoja naujos ar po remonto surinktos diržinės perdavos pagrindinius bei kartotinius žadinimo dažnius. Identifikavęs diržinės perdavos žadinimo dažnius, sudaro diržinės perdavos žadinimo dažnių ir diržo šakos skersinių virpesių dažnio $f_d^{(1)}$, apsprendžiamo įtempimo jėgos, ir diržo linijinio greičio v , sąryšio nomogramas. Po to matuoja diržinės perdavos guoliavietės vibracijas ir atlieka signalo spektrinę analizę bei fiksuoja gauto spektro informatyviųjų dedamųjų reikšmes nemažesnes už $0.3 \cdot f_d^{(1)}$, kur $f_d^{(1)}$ – pagal perdavos parametrus apskaičiuotas diržo skersinių virpesių pirmasis savasis dažnis, ir šie duomenys yra laikomi baziniais. Vėliau, eksploatacijos metu, periodiškai matuoja guoliavietės vibracijas, gauto spektro informatyviųjų dedamųjų reikšmes lygina su baziniais duomenimis ir nustato diržo įtempimo jėgos dydį bei jo būklę.

Būdo taikymo pavyzdys

1. Identifikavimui matuoja naujos ar po remonto surinktos diržinės perdavos atstumą tarp varančiojo ir varomojo veleno ašių a ir atitinkamai jų skriemulių skersmenis bei konkrečiam perdavos atvejui gauna: $a=380$ mm; $d_1=90$ mm; $d_2=195$ mm.
2. Apskaičiuoja diržo šakos, nekontaktuojančios su skriemuliais, ilgį ir gauna $l=370$ mm.
3. Randa skaičiuojamąjį diržo ilgį $L=1150$ mm.
4. Matuoja diržo šakų pradinio įveržimo jėgą, naudojant žinomo dydžio apkrovas ties diržo šakos viduriu bei matuojant skersinį diržo šakos įlinkį, ir gauna $F_0=285$ N.
5. Matuoja diržinės perdavos, dirbančios laisvu režimu, varančiojo ir varomojo veleno apsisukimus, diržo linijinį greitį bei apskaičiuoja kartotinus diržo apibėgimo dažnius ir gauna: $n_1=1500$ min⁻¹; $n_2=720$ min⁻¹; $v=7.4$ m/s; $f_{ap,k}=k \cdot 6.5$ Hz, kur $k=1, 2, 3, \dots, n$.
6. Apskaičiuoja diržo linijinį tankį, pasvėręs diržą ir gautą masės reikšmę padalijęs iš diržo skaičiuojamojo ilgio, ir gauna $\rho=0.1$ kg/m.
7. Naudojant judančios išilgine kryptimi stygos skersinių virpesių lygtį (1) apskaičiuoja diržo šakų skersinių virpesių dažnį ir gauna $f_{sk}=72$ Hz.

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - 2v \frac{\partial^2 y}{\partial t \partial x} - (c^2 - v^2) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \beta \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

kur: β skersinių virpesių slopinimo koeficientas;

$c^2 = F_0 / \rho$ - diržo šakos bangos sklidimo išilgine kryptimi greitis;

x – koordinatė; F_0 - diržo pradinio įtempimo jėga;

ρ - diržo masė ilgio vienetu.

8. Naudojant diržinės perdavos duomenis, identifikuotus žadinimo dažnius, sudaro diržo šakos skersinių virpesių dažnio, apsprendžiamo įtempimo jėgos, ir diržo linijinio greičio sąryšio nomogramas. Nomogramų ordinačių ašyje atidedamos diržo linijinio greičio, o abscisių ašyje dažnio reikšmės. Nomogramose yra brėžiamos kartotinių diržinės perdavos žadinimo dažnių ir diržo šakos skersinių virpesių dažnio kreivių šeimos. Iš nomogramos ordinačių ašies taško, atitinkančio diržo linijinį greitį, brėžiamas statmuo. Šio statmens susikirtimo su kartotinių žadinimo dažnių kreivėmis taškų abscisės yra informatyviosios diagnostiniu požiūriu vibracijų spektro dedamosios. Žemiau pateikiamos pavyzdyje nagrinėjamos diržinės perdavos žadinimo dažnių ir jos diržo skersinių virpesių dažnių sąryšio nomogramos.

Fig.1 - Kartotinių diržo apibėgimui dažnių ir diržo skersinių virpesių dažnio, apsprendžiamo įtempimo jėgos, priklausomybė nuo diržo linijinio greičio.

Fig.2 - Kartotinių varomojo skriemulio sūkių dažnių ir diržo skersinių virpesių dažnio, apsprendžiamo įtempimo jėgos, priklausomybė nuo diržo linijinio greičio.

Fig.3 - Kartotinių varančiojo skriemulio sūkių dažnių ir diržo skersinių virpesių dažnio, apsprendžiamo įtempimo jėgos, priklausomybė nuo diržo linijinio greičio.

Figūruose 1 – 3 pavaizduotų vertikalios juodos linijos susikirtimo su kartotiniais žadinimo dažniais taškai paryškinti apskritimais, kvadratais ir kryželiais.

9. Po to išmatuoja diržinės perdavos guoliavietės vibracijas ir atlieka signalo spektrinę analizę bei fiksuoja gauto spektro informatyviųjų dedamųjų reikšmes nemažesnes už $0.3 * f_d^{(1)}$, kur $f_d^{(1)}$ – pagal perdavos parametrus apskaičiuotas diržo skersinių virpesių pirmasis savasis dažnis, ir šie duomenys yra laikomi baziniais. Fig. 4 pavaizduotas diržinės perdavos varomojo skriemulio guoliavietės vibracijų spektras, kuriame išskiriamos ir fiksuojamos kartotinių diržinės perdavos žadinimo dažnių dedamosios.

Fig. 4 - diržinės perdavos kartotiniai varančiojo ir varomojo skriemulio žadinimo dažniai bei diržo skersinių virpesių dažnio dedamoji: $\times$ - varančiojo skriemulio; $\square$ - varomojo skriemulio; $\blacksquare$ - diržo skersinių virpesių dažnis.

10. Vėliau, eksploatacijos metu, periodiškai matuoja guoliavietės vibracijas, gauto spektro informatyviųjų dedamųjų reikšmės lygina su baziniais duomenimis ir padidėjus vienos iš sistemos žadinimo dažnių dedamosios reikšmei 15% ir daugiau, nustato diržo įtempimo jėgos dydį bei jo būklę. Pavyzdžiui, nagrinėjamu diržinės perdavos atveju, vibracijų matavimo metu užfiksavus, kad spektro dedamosios reikšmė ties 60 Hz, iš nomogramos (Fig. 2) nustato, kad diržo šiuo metu esanti įtempimo jėga lygi 230 N ir pagal tai priima sprendimą dėl diržo tinkamumo toliau eksploatuoti.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Diržinių perdavų diržų būklės diagnostikos būdas, susidedantis iš diržo įtempimo jėgos matavimo ir diržo būklės įvertinimo, besiskiriantis tuo, kad identifikuoja skaičiavimo bei matavimo metodais naujos ar po remonto surinktos diržinės perdavos pagrindinius ir kartotinius žadinimo dažnius, sudaro diržinės perdavos žadinimo dažnių ir diržo linijinio greičio sąryšio nomogramas, išmatuoja diržinės perdavos guoliavietės vibracijas, atlieka signalo spektrinę analizę bei fiksuoja gauto spektro informatyviųjų dedamųjų reikšmes nemažesnes už $0.3 * f_d^{(1)}$ ir šie duomenys yra laikomi baziniais, kur $f_d^{(1)}$ – pagal perdavos parametrus apskaičiuotas diržo skersinių virpesių pirmasis savasis dažnis.
2. Būdas pagal 1 punktą besiskiriantis tuo, kad eksploatacijos metu periodiškai matuoja guoliavietės vibracijas, gauto spektro informatyviųjų dedamųjų reikšmes lygina su baziniais duomenimis ir nustato diržo įtempimo jėgos dydį bei jo būklę.

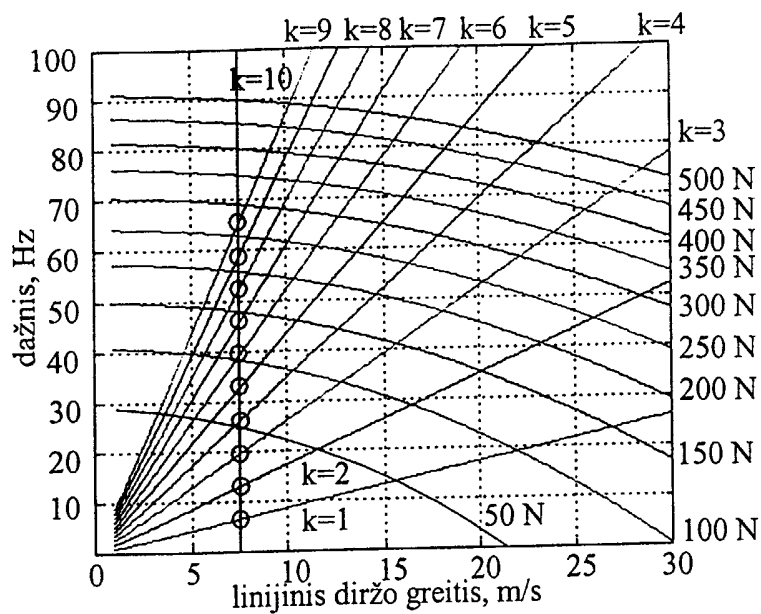


Fig. 1

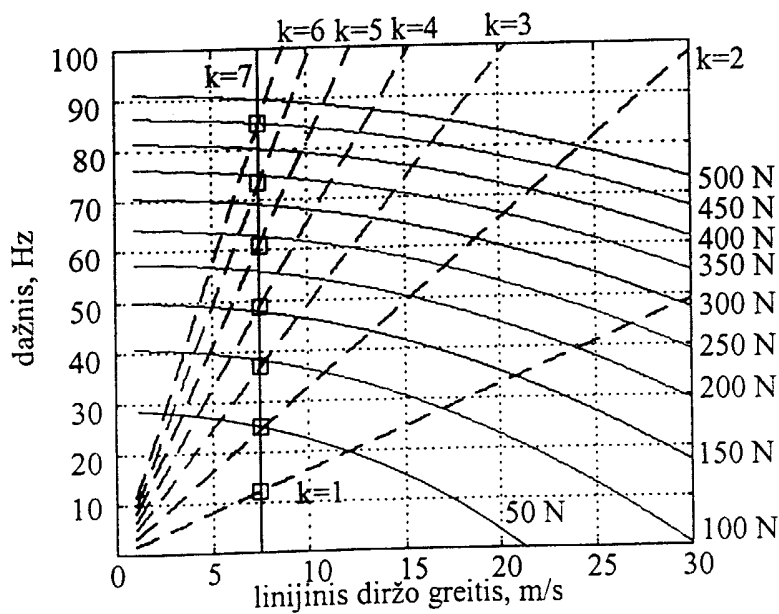


Fig. 2

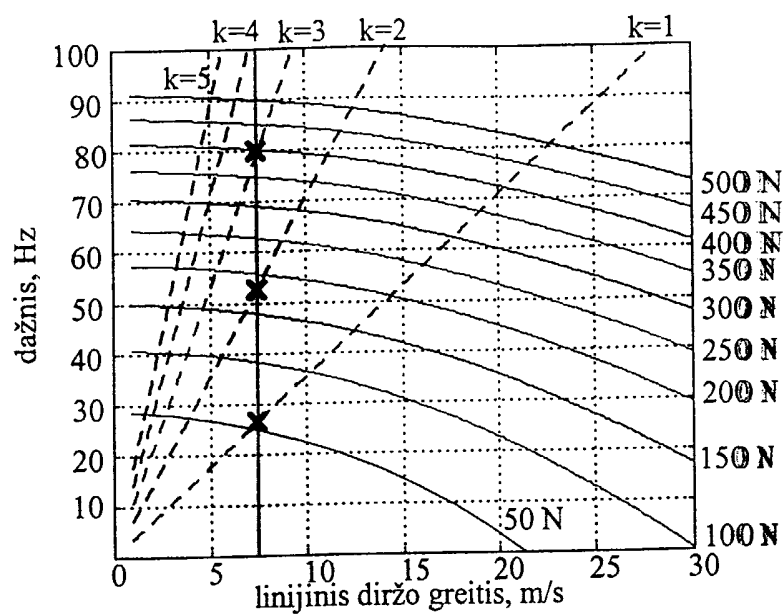


Fig. 3

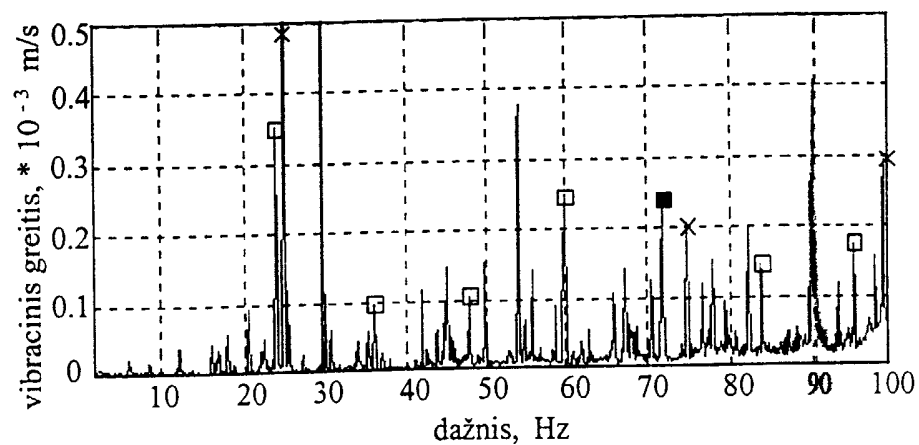


Fig. 4