

- (11) Patento numeris: **6835** (51) Int. Cl. (2021.01): **B23Q 17/00**
G01N 3/00
- (21) Paraiškos numeris: **2019 535**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2019-12-06**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2021-06-10**
- (45) Patento paskelbimo data: **2021-08-10**
- (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 OSTAŠEVIČIUS, LT
Vytautas JŪRĖNAS, LT
Paulius KARPAVIČIUS, LT
Algimantas BUBULIS, LT
Darius EIDUKYNAS, LT
Ramūnas ČESNAVIČIUS, LT
Mindaugas ČEPĖNAS, LT
- (73) Patento savininkas:
Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, LT-44249 Kaunas, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Otilija KLIMAITIENĖ, AAA Law, A. Goštauto g. 40B, Verslo centras „Dvyniai“,
LT-03163 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Besisukančių įrankių kokybės vertinimo sistema

- (57) Referatas:

Pateikiamas naujas jutiklis skirtas besisukančių įrankių būklės stebėjimui, kuriame įrankio sukamieji virpesiai transformuojami į išilginės formos virpesius, kurie žadina ašine kryptimi pjezoelektrinį keitiklį. Pjezoelektrinio keitiklio (1) sugeneruota įtampa yra kaupiama kondensatoriuje (8), kurio užkrovimo laikas tiesiogiai priklauso nuo besisukančiame įrankyje (6) apdirbimo proceso metu sužadinamų sukamųjų virpesių amplitudės ir dažnio, siejamų su įrankio (6) kokybiniais pokyčiais. Kondensatoriaus (8) iškrovimo metu sugeneruotas signalas yra perduodamas į valdiklį (9), kuris per integruotą siųstuvą (10) yra perduodamas į išorinius įrenginius tolimesniam apdorojimui. Visas įrenginys yra integruotas į įrankio laikiklį todėl neturi įtakos metalo proceso įrangos dinamikai bei standumui ir yra apsaugotas nuo išorinių poveikių įtakos. Pjezoelektrinio keitiklio (1) sugeneruota įtampa yra panaudojama ir jutiklio elektronikos (5) maitinimui.

Technikos sritis

Išradimas priskiriamas metalų apdirbimo sričiai, konkrečiau, metalų apdirbimo proceso stebėjimo sistemoms, kuriose yra naudojami jutikliai, skirti besisukančių įrankių kokybiniais parametrams (nusidėvėjimui, pjaunančiosios briaunos defektams ir t.t.) stebėti.

Technikos lygis

JAV patentuose Nr. 4514797 ir Nr.4694686 yra atskleistos besisukančio įrankio nusidėvėjimui stebėti skirtos sistemos, kuriose yra naudojami jutikliai su grįžtamuju ryšiu į stakles. Pjezoelektrinis jutiklis yra tvirtinamas ant ruošinio paviršiaus, su tikslu matuoti apdirbimo metu esančius virpesius, o gauti duomenys yra apdorojami lokaliai ir apie pastebėtą su įrankio nusidėvėjimu informacija yra perduodama atgal į CNC stakles.

Artimiausias analogas yra atskleistas moksliniame straipsnyje *Tien-Kan Chung, Po-Chen Yeh, Hao Lee, Cheng-Mao Lin, Chia-Yung Tseng, Wen-Tuan Lo, Chieh-Min Wang, Wen-Chin Wang, Chi-Jen Tu, Pei-Yuan Tasi and Jui-Wen Chang. An Attachable Electromagnetic Energy Harvester Driven Wireless Sensing System Demonstrating Milling-Processes and Cutter-Wear/Breakage-Condition Monitoring, Sensors 2016, 16, 269; doi: 10.3390/si6030269*. Frezavimo įrankio nusidėvėjimui ar lūžimui stebėti skirtos akselerometrų sistemos maitinimui yra panaudojama elektromagnetinės indukcijos būdu proceso metu generuojama energija. Surinkta informacija apie virpesius atsirandančius frezavimo metu X,Y,Z kryptimis yra perduodama bevieliu būdu tolimesniam apdorojimui ir įrankio būklės kokybiniam vertinimui. Sistemos jutiklis yra tvirtinamas ant besisukančio įrankio laikiklio. Jo pagalba yra matuojami apdirbimo proceso metu kylantys virpesiai, o jų pokytis yra siejamas su įrankio kokybiniais pokyčiais. Sistemos įrenginiai yra panaudojami aplinkos energijos surinkimui ir jos panaudojimui maitinti ir valdyti jutiklį, bei informacijos perdavimui skirtus elektronikos elementus. Pagrindinis tokios sistemos trūkumas yra tai, kad jutiklis yra tvirtinamas ant įrankio laikiklio paviršiaus. Tokia sistemos konfigūracija, dėl atsirandančių papildomų nenumatytų masių įtakos sistemai, gali keisti bei neigiamai įtakoti metalo apdirbimo proceso dinamiką.

Išradimu yra siekiama pašalinti įprastinių bevielių jutiklių, skirtų besisukančių įrankių kokybei vertinti, trūkumus, tokius kaip neigiamą įtaką metalo apdirbimo proceso dinamikai. Išradimu taip pat yra siekiama sukurti papildomus privalumus, tokius kaip supaprastinta jutiklio konstrukcija, padidintas apdirbimo proceso efektyvumas, neplanuotų sustojimų dėl įrankio lūžimo eliminavimas, savalaikis įrankio nusidėvėjimo lygio stebėjimas. Minėti privalumai leidžia sumažinti ruošinių, su netinkama paviršiaus kokybe, gamybos tęsimą bei įgalina, pagal gautą informaciją, keisti apdirbimo proceso parametrus, taip išlaikant užduotą ruošinių paviršiaus kokybę.

Išradimo esmė

Pateikiama besisukančių įrankių kokybės vertinimo sistema, kurioje bevielis jutiklis yra integruotas į besisukantį metalo apdirbimo įrankio laikiklį. Jutiklis yra naudojamas besisukančiuose įrankiuose kylančių virpesių matavimui, kuris su matavimo, signalo apdorojimo ir perdavimo elementais yra integruotas į įrankio laikiklį. Šoniniame kūgio formos įrankio laikiklio paviršiuje yra tolygiai suformuotos išpjovos. Suformuotos išpjovos leidžia plačiajuosčius atsitiktinius sukamuosius virpesius dalinai keisti į ašinius virpesius, kurie yra perduodami į pjezoelektrinį keitiklį, kuriame jie yra konvertuojami į elektros energiją. Pjezoelektriniame keitiklyje atsiradusi kintamoji srovė yra keičiama į nuolatinę, kuri įkrauna kondensatorių iki tam tikros užduotos įtampos, kurią pasiekus kondensatoriuje sukauptas krūvis yra pilnai iškraunamas ir kondensatoriaus užkrovimo procesas kartojasi iš naujo. Kondensatoriuje sukauptas krūvis iškraunant yra perduodamas į valdiklį ir jame suformuotas signalas perduodamas bevieliu ryšiu į išorinius įrenginius duomenų surinkimui ir analizei. Priklausomai nuo apdirbimo proceso metu kylančių virpesių intensyvumo, keičiasi kondensatoriaus užkrovimo laikas, kuris siejamas su įrankyje atsirandančiais kokybiniais pokyčiais. Pjezoelektrinio keitiklio sugeneruota energija, apdorota valdiklyje, taip pat naudojama ir elektronikos elementų maitinimui.

Įrankio nusidėvėjimą gebantis vertinti bevielis jutiklis, integruotas į įrankio laikiklį, padidina apdirbimo proceso efektyvumą, išvengiant neplanuotų sustojimų dėl įrankio lūžimo bei savalaikis įrankio nusidėvėjimo lygio įvertinimas leidžia sumažinti ruošinių su netinkama paviršiaus kokybe gamybos tęsimą bei įgalina pagal gautą informaciją keisti apdirbimo proceso parametrus taip išlaikant užduotą ruošinių paviršiaus kokybę. Bevielio jutiklio montavimas į įrankio laikiklį taip pat išeliminuoja neigiamą įtaka apdirbimo proceso dinamikai.

Trumpas brėžinių aprašymas

Išradimas paaiškintas figūrose:

1 pav. yra pateiktas įrankio laikiklio su pjezoelektriniu keitikliu bendras vaizdas.

2 pav. yra pateikta pjezoelektrinio keitiklio supaprastinta elektrinė valdymo sistema esanti mikroschemoje.

Išsamus išradimo aprašymas

1 paveiksle yra pavaizduota besisukančių įrankių kokybės vertinimo sistema, apimanti įrankio (6) laikiklį (3), apimantį jame integruotą pjezoelektrinį keitiklį (1) su galine mase (2), šoniniame paviršiuje suformuotas išpjovas (4), bei elektronikos elementus (5). Įrankio laikiklio (3) kūginės formos mažesnio diametro gale yra tvirtinamas apdirbiantysis įrankis (6), o didesnio diametro gale yra tvirtinamas pjezoelektrinis keitiklis (1) su elektronikos

elementais (5).

2 paveiksle yra pavaizduota pjezoelektrinio keitiklio (1) elektrinė valdymo schema (5), apimanti diodų tiltelį (7), kondensatorių (8), valdiklį (9) ir siųstuvą (10). Minėta valdymo sistema (5), apimanti matavimo, signalo apdorojimo ir perdavimo elementus, yra integruota į įrankio laikiklį (3).

Metalo apdirbimo proceso, kuriame yra naudojamas besisukantis įrankis (6), metu, įrankio (6) sąveikoje su apdirbamu ruošiniu vyraujantys plačiajuosčiai atsitiktiniai sukamieji virpesiai yra perduodami į įrankio (6) laikiklį (3). Kūginės formos įrankio laikiklis (3) šoniniame paviršiuje turi suformuotas išpjovas (4). Įrankio (6) laikiklyje (3) kūginės formos šoniniame paviršiuje tolygiai suformuotos ne mažiau kaip dvi išpjovos (4), kurių geometriniai parametrai - ilgis, gylis, plotis ir kampas (α°) nuo vertikalios ašies, yra derinami su viso laikiklio geometriniais parametrais tam, kad sukamosios formos virpesiai virstų į išilginės formos virpesius, kurie yra perduodami į ašinę kryptimi poliarizuotą pjezoelektrinį keitiklį (1), kuriame mechaninė energija keičiama į elektros krūvį.

Pjezoelektrinis keitiklis (1) prie įrankio laikiklio (3) yra prispaudžiamas galine mase (2) ant kurios yra tvirtinami elektronikos elementai (5).

Pjezoelektrinio keitiklio (1) sugeneruota kintamoji įtampa yra perduodama į diodų tiltelį (7), kuriame kintamoji įtampa yra keičiama į nuolatinę. Iš diodų tiltelio (7) įtampa yra perduodama į kondensatorių (8). Kondensatorius (8) yra kraunamas iki numatyto įtampos lygio, kurį pasiekus, kondensatorius (8) yra iškraunamas. Kondensatoriaus (8) užsikrovimo laikas tiesiogiai priklauso nuo besisukančiame įrankyje (6) apdirbimo proceso metu sužadinamų sukamųjų virpesių amplitudės ir dažnio, siejamų su įrankio kokybiniais pokyčiais. Kondensatoriaus (8) iškrovimo metu sugeneruotas signalas yra perduodamas į valdiklį (9), kuriame per integruotą siųstuvą (10) yra perduodamas į išorinius įrenginius tolimesniam apdorojimui.

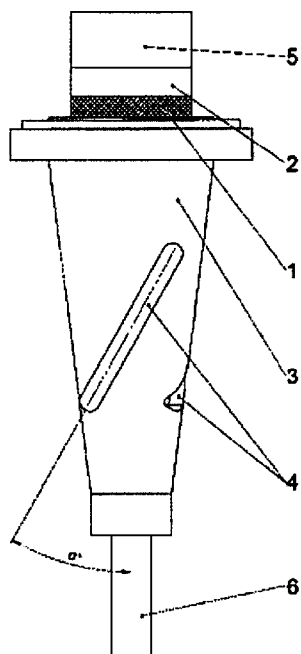
Kondensatoriaus (8) užkrovimo laiko pokytis priklauso nuo apdirbimo proceso ypatumų, siejamų su įrankio (6) kokybiniais pokyčiais - nusidėvėjimu, pjaunamosios briaunos skilimu/lūžimu, kurie įtakoja įrankyje (6) sužadinimų virpesių amplitudę, dėl kurios keičiasi pjezoelektrinio keitiklio (1) generuojamos energijos kiekis, kuris yra naudojamas kondensatoriaus (8) užkrovimui. Šis signalas bevieliu ryšiu yra perduodamas į išorinius įrenginius ar duomenų bazes kuriose informacija yra kaupiama ir apdorojama, šių reiškinių identifikavimui. Kaupiamą informaciją panaudojama tolimesniam įvykių, siejamų su įrankių nusidėvėjimu, mašininio modelio mokymui.

Pjezoelektrinio keitiklio (1) sukuriama elektros energija yra panaudojama ir pačio jutiklio elektronikos elementų (5) maitinimui.

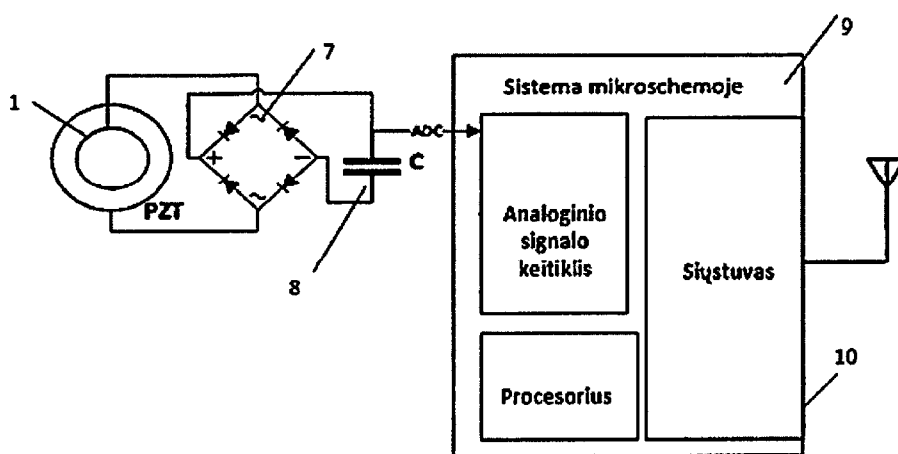
Palyginus su artimiausiais analogais, šis naujas metalo apdirbimo proceso besisukančio įrankio būklės stebėjimo jutiklis yra paprastos konstrukcijos suintegruotas į įrankio laikiklį - stakles, gebantis save užmaitinti ir komunikuoti bevieliu ryšiu.

Išradimo apibrėžtis

1. Besisukančių įrankių kokybės vertinimo sistema, apimanti įrankio kokybės vertinimo jutiklį, sistemos valdymo dalies elektronikos elementus ir įrankio laikiklį, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad įrankio kokybės vertinimo jutiklis (1) yra integruotas į įrankio laikiklį (3), o įrankio laikiklis yra kūgio formos.
2. Sistema, pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i tuo, kad įrankio laikiklio (3) kūginės formos mažesnio diametro gale yra tvirtinamas apdirbantysis įrankis (6), o didesnio diametro gale yra tvirtinamas pjezoelektrinis keitiklis (1) su elektronikos elementais (5).
3. Sistema, pagal 1 arba 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad įrankio laikiklio (3) kūginės formos šoniniame paviršiuje yra tolygiai suformuotos išpjovos (4).
4. Sistema, pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad įrankio laikiklio (3) kūginės formos šoniniame paviršiuje yra tolygiai suformuotos ne mažiau kaip dvi išpjovos (4), kurių geometriniai parametrai - ilgis, gylis, plotis ir kampas nuo vertikalios ašies, yra derinami su viso laikiklio geometriniais parametrais.
5. Sistema, pagal bet kurį vieną iš 2-4 punktų, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad elektronikos elementai (5) apima kondensatorių (8).
6. Sistema, pagal bet kurį vieną iš 2-5 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad elektronikos elementai (5) yra maitinami iš sukauptos pjezoelektrinio keitiklio (1) energijos.



1 pav.



2 pav.