



(19)

LATVIJAS REPUBLIKAS
PATENTU VALDE

(11) LV 15793 B1

(51)

Starpt.pat.kl. G01N 19/02

Latvijas patents izgudrojumam
2007g. 15.februāra Latvijas Republikas likums

(12) **Īsziņas**

(21) Pieteikuma numurs:	LVP2022000037	(71) Īpašnieks(i):	RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE, Kaļķu iela 1, Rīga, LV
(22) Pieteikuma datums:	29.04.2022	(72) Izgudrotājs(i):	Armands LEITĀNS (LV) Ernests JANSONS (LV) Irina BOIKO (LV) Jānis LUNGEVIČS (LV)
(43) Pieteikuma publikācijas datums:	20.11.2023		
(45) Patenta publikācijas datums:	20.01.2024		

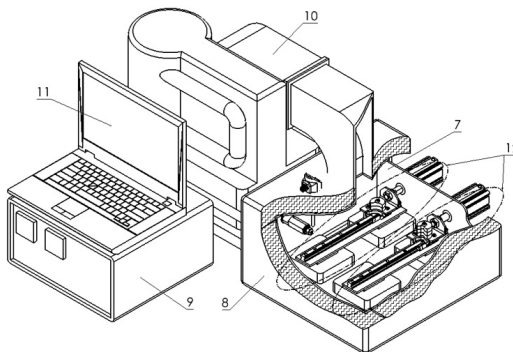
(54) **Izgudrojuma nosaukums:** DAUDZFUNKCIONĀLA MATERIĀLU UN PĀRKLĀJUMU TRIBOLOĢISKO ĪPAŠĪBU NOVĒRTĒŠANAS IEKĀRTA UN PAŅĒMIENS
MULTIFUNCTIONAL EQUIPMENT AND METHOD FOR ASSESSING THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF MATERIALS AND COATINGS

(57) **Kopsavilkums:**

Izgudrojums attiecas uz mašīnu un aparātu būves nozari, pastarpināti – uz metroloģijas un triboloģijas nozarēm. Primāri tas ir paredzēts dažādu materiālu un to pārklājumu triboloģisko īpašību noteikšanai rītes un slīdes berzes gadījumā kontrolētos vides apstākļos.

Izgudrojuma iekārta satur termiski noslēgtu testēšanas kameru (7), kurā veikt materiālu triboloģisko īpašību testēšanu pie iestatītiem un kontrolētiem vides apstākļiem. Turklāt ar vairākiem pielāgojamiem testēšanas mezgliem (12) ir paredzēts veikt vairākus eksperimentus paralēli, ievietojot pielāgojamā parauga turētājā (4) sfēriskus paraugus (17) rītes berzes vai plakanus paraugus (18) slīdes berzes gadījumā. Izgudrojuma iekārta, atšķirībā no prototipa iekārtas, nodrošina nepārtrauktu berzes procesa monitoringu un vides apstākļu kontroli, turklāt testēšanas kamerā var veikt vairākus eksperimentus vienlaicīgi gan rītes, gan slīdes berzes gadījumā. Tas dod iespēju novērot berzes izmaiņas, piemēram, atkarībā no lineārā kustības ātruma paralēli pie vienādiem vides apstākļiem, kā arī būtisku eksperimentu laika ekonomiju, ja, piemēram, tiek analizēts virsmu dilums.

Paņēmiens materiālu triboloģisko īpašību novērtēšanai nodrošina šādas informācijas iegūšanu: berzes koeficienta faktisko vērtību un tā izmaiņas eksperimenta laikā atkarībā no radiālās slodzes, lineārā kustības ātruma, berzes tipa, berzes pāra materiāliem un vides apstākļiem. Ar iegūtajiem datiem iespējams detalizēti analizēt pētāmā materiāla vai pārklājuma triboloģiskās īpašības pie konkrētiem eksperimenta apstākļiem pietuvinātiem izstrādājumu ekspluatācijas vides apstākļiem.



IZGUDROJUMA APRAKSTS

[001] Izgudrojums attiecas uz mašīnu un aparātubūves nozari, pastarpināti – uz metroloģijas un triboloģijas nozarēm. Primāri tas ir paredzēts dažādu materiālu un to pārklājumu triboloģisko īpašību noteikšanai rites un slīdes berzes gadījumā kontrolētos vides apstākļos.

Zināmais tehnikas līmenis

[002] Dažādu materiālu un pārklājumu triboloģiskās īpašības slīdes berzes gadījumā pārsvarā tiek pētītas, izmantojot rotācijas [1; 2] vai lineāra tipa tribometrus [3; 4], kuri mēra berzes radīto pretestības spēku starp paraugu virsmām, no kā attiecīgi tiek izteikts berzes koeficients. Rites berzes gadījumā iekārtas pārsvarā ir paredzētas, lai analizētu materiāla vai pārklājuma virsmu nodiluma īpašības [5].

[003] Ir zināma rotācijas tipa iekārta materiālu triboloģisko īpašību novērtēšanai [1], kas nodrošina materiālu berzes un nodilumizturības mērījumus, imitējot triboloģiskos testus tuvāk berzes mezglu reālajiem ekspluatācijas apstākļiem. Iekārta satur rotējošu disku uz kura atrodas maināma pretķermeņa plāksne un uz tās ar konkrētu slodzi tiek spiests pārbaudāmais paraugs. Parauga testēšana notiek darba kamerā, kurā ir iespējams mainīt gaisa temperatūru no -30 līdz +50 °C, tādējādi pietuvinot apstākļus reāliem darba apstākļiem. Iekārtai nav paredzēta gaisa mitruma kontrole.

[004] Ir zināma lineāra tipa iekārta slīdes un rites berzes koeficienta mērīšanai [3]. Piespiešanas mezglā ir iestiprināts paraugs, kas slīd pret paraugu, kas nostiprināts nekustīgi pie iekārtas rāmja konstrukcijas. Slīdošā parauga lineārā kustība nodrošināta ar elektromotora un lineāro gultņu pārvadu. Iekārtā ir iestrādāts spiediena regulators, tādējādi ir iespējams nodrošināt konstantu spiedienu kustības laikā. Iekārta ir atvērta tipa (pārbaudāmais paraugs nav izolēts no apkārtējās vides) un tai nav paredzēta vides apstākļu kontrole.

[005] Ir zināma rites berzes-diluma testēšanas iekārta [6], kas paredzēta lodītes un plaknes kontakta testēšanai. Iekārta sastāv no pamatnes, horizontāla pārvietojama galda, kas ir savienots ar pamatni, kontroles mehānisma. Horizontālā pārvietojums nodrošina parauga ar plakānu virsmu slīdēšanu horizontālā virzienā un kontroles mehānisms nodrošina lodītes parauga rotāciju vertikālā virzienā. Līdz ar to izmantojot ierīci, var realizēt slīdēšanas un rites attiecības ieregulēšanu. Iekārta ir atvērta tipa un tai nav paredzēta vides apstākļu kontrole.

[006] Ir zināma lineāro gultņu virsmu nodiluma testēšanas iekārta [5]. Iekārtai ir uzstādīta vadotne un lineārs gultnis, kura pārvietošanu nodrošina elektromotora pārvads. Iekārtā ir iespējams mainīt radiālo slodzi uz gultni, tādējādi veicot testus pie dažādām slodzēm. Iekārtai

nav reāla laika mēroga kontrole pār berzes procesu, kā arī nav paredzēta vides apstākļu kontrole.

[007] Augstāk uzskaitītās triboloģisko īpašību novērtēšanas iekārtas pārsvarā ir paredzētas konkrēta berzes tipa analīzei, līdz ar to nav iespējams ar vienu iekārtu veikt gan rites, gan slīdes berzes eksperimentus. Turklāt, iekārtas pārsvarā ir atvērta tipa, līdz ar to pārbaudāmais paraugs nav izolēts no apkārtējās vides, tāpēc vides apstākļu iestatīšana nav iespējama un to kontrole ir limitēta. Nav iespējams berzes pāra testēšanas apstākļus pietuvināt reāliem ekspluatācijas apstākļiem, kā arī nav iespējams veikt eksperimentus pie iestatītiem vides apstākļiem. Ņemot vērā, ka uzskaitītās dažādu tipu triboloģisko īpašību novērtēšanas iekārtas tiek izmantotas arī materiālu vai pārklājumu diluma analīzei, tad kā trūkums var tikt uzskatīts tikai viena berzes pāra testēšana pie konkrētiem eksperimenta uzstādījumiem.

[008] Par izgudrojuma prototipu ir izvēlēta lineāru gultņu testēšanas mēriekārta [5], kuras shēma ir dota 1. zīmējumā. Elektromotors (2) ar ekscentriskas vārpstas un stieņu pārvadu (3) nodrošina pielāgojama parauga turētāja (4), konkrētajā piemērā lineāra gultņa, kustību pa nostiprinātu vadotni (5). Ar pieliktā spēka nodrošināšanas mezglu (6) vadotne (5) tiek slogota pret pielāgojamo parauga turētāju (4).

[009] Prototipa iekārtai un paņēmienam, kuru prototipa iekārta realizē, ir vairāki trūkumi:

- 1) nav reālā laika mēroga kontrole pār berzes procesu. Iekārtai nav paredzēts kontrolēt berzes koeficienta izmaiņas laikā, līdz ar to nav iespējams novērtēt pārklājuma vai materiāla triboloģisko īpašību izmaiņas laikā un secīgi ticami prognozēt nodilumizturību katrā laika posmā;
- 2) nav paredzēta pārbaudāmā berzes pāra vides apstākļu kontrole, līdz ar to nav iespējams simulēt reālus ekspluatācijas apstākļus un analizēt, kā vides apstākļi ietekmē pārklājuma vai materiāla nodilumizturību un triboloģiskās īpašības;
- 3) prototipa iekārtai ir tikai viens testēšanas mezgls, līdz ar to eksperimentu var veikt tikai ar vienu paraugu. Ja ir nepieciešams veikt vairākus secīgus eksperimentus pie atšķirīgiem eksperimentu uzstādījumiem, paildzinās eksperimentu laiks un sadārdzinās izmaksas.

Izgudrojuma mērķis un būtība

[010] Izgudrojuma mērķis ir nodrošināt materiālu un pārklājumu triboloģisko īpašību novērtēšanu pietuvinātu reāliem ekspluatācijas apstākļiem, konkrēti vides apstākļiem, kā arī novērst iepriekš minētos prototipa iekārtas trūkumus: nodrošināt iespēju vienlaikus testēt vairāk par vienu paraugu; nodrošināt iespēju noteikt dažādu materiālu un to pārklājumu

triboloģisko īpašību gan rites, gan slīdes berzes gadījumā, vienlaikus testējot vairāk par vienu paraugu (pēc nepieciešamības).

[011] Izgudrojuma mērķis ir sasniegts šādi (2. zīm.): daudzfunkcionāla materiālu un pārklājumu triboloģisko īpašību novērtēšanas iekārta (turpmāk tekstā – izgudrojuma iekārta) ietver termiski noslēgtu testēšanas kameru (7), kurā tiek veikti triboloģiskie mērījumi; vienu vai vairākus pielāgojamus, jeb modificējamus testēšanas mezglus (12), kur katram ir iespējams mainīt eksperimentu uzstādījumus un berzes tipu; gaisa mitruma kontroles ierīci (9), kas paredzēta relatīvā gaisa mitruma uzturēšanai no 5 līdz 100 % un gaisa temperatūras kontroles ierīci (10), kas paredzēta vides temperatūras uzturēšanai no -30 līdz +70 °C un datoru (11) procesa kontrolei reāla laika mērogā un datu apstrādei. Gaisa mitruma kontroles ierīce (9) ir pievienota termiski noslēgtai testēšanas kamerai (7) ar ieplūdes un izplūdes caurulēm, caur kurām ir nodrošināta ūdens pilienu cirkulācija, līdz ar to nodrošinot nepieciešamo gaisa mitrumu termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7). Gaisa temperatūras kontroles ierīce (10) pievienota termiski noslēgtai testēšanas kamerai (7) ar ieplūdes cauruli caur kuru tiek sildīts vai atdzesēts gaiss termiski noslēgtā testēšanas kamerā. Termiski noslēgtas testēšanas kameras (7) termoizolācijas slānis (8) nodrošina mikroklimata uzturēšanu termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7).

[012] 3. zīmējumā redzams izgudrojuma īstenošanas variants, kur termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7) ir divu pielāgojamu testēšanas mezglu (12) tuvinājums. Gaisa temperatūras sensori (14) un gaisa mitruma sensori (13) nodrošina vides apstākļu kontroli termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7). Pielāgojama paraugu turētāju (4) konstrukcija var tikt pielāgota sfērisku paraugu (17) rites berzes gadījumā, vai plakanu paraugu (18) slīdes berzes gadījumā. Vadotnes (5) var tikt izgatavotas no konkrēta materiāla, vai pārklātas ar, piemēram, nodilumizturīgu pārklājumu. Pielāgojama parauga turētāja (4) pārvietošanai var tikt izmantoti pneimocilindri (16), taču šo pašu procesu var realizēt arī ar, piemēram, elektromotora piedziņu, kā tas ir redzams 1. zīmējumā. Uz pielāgojama parauga turētāja (4) var tikt pievienots papildu svara elements (19), tādējādi mainot radiālo slodzi uz sfēriskiem paraugiem (17) rites berzes gadījumā vai plakaniem paraugiem (18) slīdes berzes gadījumā. Spēka sensori (15) nepārtraukti fiksē spēka izmaiņas trīs asīs, tādējādi ir iespējams monitorēt kustības izmaiņas laika gaitā, ko var pārrēķināt uz, piemēram, berzes koeficientu. 3. zīmējumā ir parādīti divi pielāgojami testēšanas mezgli (12), taču tie var būt arī vairāk.

[013] Izgudrojuma iekārta, atšķirībā no prototipa iekārtas, nodrošina iespēju novērtēt materiālu un pārklājumu triboloģisko īpašību kontrolētos vides apstākļos, turklāt (pēc

nepieciešamības) vairākiem paraugiem. Vispirms atver termiski noslēgto testēšanas kameru (7), iestata eksperimentu uzstādījumus vienam vai vairākiem pielāgojamiem testēšanas mezgliem (12). Pēc tam aizver termiski noslēgto testēšanas kameru (7), veic vides apstākļu iestatīšanu, izmantojot gaisa temperatūras kontroles ierīci (10) un gaisa mitruma kontroles ierīci (9), kā arī vides apstākļu kontroli, izmantojot gaisa temperatūras mērīšanas sensorus (14) un gaisa mitruma sensorus (13). Ņemot vērā, ka izgudrojuma iekārta satur variākus pielāgojamus testēšanas mezglus (12), pielāgojamos parauga turētājos (4), var paralēli novērtēt gan rites, izmantojot sfēriskus paraugus (17), gan slīdes, izmantojot plakanus paraugus (18), triboloģiskās īpašības.

[014] Izgudrojuma izpratnei ir pievienoti šādi zīmējumi:

1. zīm. Izgudrojuma prototipa iekārtas shēma: iekārtas rāmis (1), elektromotors (2), ekscentriskas vārpstas un stieņu pārvads (3), pielāgojams parauga turētājs (4), kas slīd pa vadotni (5), spēka nodrošināšanas mezgls (6).
2. zīm. Izgudrojuma vispārīgā shēma: termiski noslēgta testēšanas kamera (7), kurā tiek veikti triboloģiskie mērījumi, kuru aptver termoizolācijas slānis (8), izgudrojuma īstenošanas variants ar diviem pielāgojamiem testēšanas mezgliem (12), gaisa mitruma kontroles ierīce (9), gaisa temperatūras kontroles ierīce (10), dators (11) procesa kontrolei un datu apstrādei.
3. zīm. Izgudrojuma iekārtas termiski noslēgtas testēšanas kameras (7) detalizēta shēma: pielāgojams paraugu turētājs (4) ar pievienotu papildus svāra elementu (19), kurā atrodas pārbaudāmais paraugs – sfēriski paraugi (17) vai plakans paraugs (18) un tas tiek lineāri pārvietots pa vadotni (5) ar pneimocilindru (16); attiecīgi spēka sensori (15) monitorē kustību, un gaisa temperatūras sensori (14) un gaisa mitruma sensori (13) izmantoti vides apstākļu kontrolei.

Izgudrojuma īstenošanas piemēri

[015] Izgudrojuma iekārtas īstenošanas piemēra shēma ar diviem pielāgojamiem testēšanas mezgliem (12) ir dota 2. zīmējumā un 3. zīmējumā. Konkrētais izgudrojuma īstenošanas piemērs veidots gadījumam, kad vienā pielāgojamā testēšanas mezgā (12) pielāgojama parauga turētājā (4) ir ievietoti sfēriskie paraugi (17) pārklāti ar nodilumizturīgu pārklājumu, bet otrā pielāgojamajā testēšanas mezglā (12) pielāgojamā parauga turētājā (4) ir ievietots plakans paraugs (18) ar nodilumizturīgu pārklājumu, un eksperiments veikts pie vienāda lineārā kustības ātruma, ko nodrošina pneimocilindri (16). Vides apstākļi termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7) eksperimenta laikā nemainīgi. Tādējādi slīdes un rites berzes

eksperiments veikts pie vieniem un tiem pašiem vides apstākļiem un eksperimenta uzstādījumiem.

[016] Izgudrojuma iekārtai eksperimentu laikā jāatrodas uz stabilas virsmas un istabas temperatūrā, lai nodrošinātu datu apstrādes un ierakstīšanas elektrokomponenšu netraucētu darbību. Termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7), kas izgatavota, piemēram, no nerūsējošā tērauda un to aptver termoizolācijas slānis (8), ievieto pārbaudāmos paraugus. Šajā gadījumā pielāgojamā parauga turētājā (4) vienā no pielāgojamiem testēšanas mezgliem (12) ievietoti ar nodilumizturīgu pārklājumu pārklāti sfēriski paraugi (17) rites berzes eksperimentam, bet otrajā pielāgojamā testēšanas mezglā (12) pielāgojamā parauga turētājā (4) ievietots ar nodilumizturīgu pārklājumu pārklāts plakans paraugs (18) slīdes berzes eksperimentam. Pielāgojamus parauga turētājus (4) savieno ar vadotnēm (5) un pievieno nemainīgu radiālo slodzi ar papildus svāra elementu (19). Minētie mezgli tiek savienoti ar pneimocilindru (16) kātiem. Kad paraugi ir izvietoti pielāgojamās testēšanas mezglos (12), termiski noslēgtā testēšanas kamera (7) tiek noslēgta.

[017] Izmantojot gaisa mitruma kontroles ierīci (9) un gaisa temperatūras kontroles ierīci (10), iestata vēlamos vides apstākļus, lai simulētu izstrādājumu ekspluatācijas apstākļus. Ar gaisa temperatūras sensoriem (14) un gaisa mitruma sensoriem (13) mēra reālos vides apstākļus termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7), datus ierakstot un kontrolējot ar datora (11) palīdzību. Kad vides apstākļu parametri ir sasnieguši eksperimentā paredzētos, sāk eksperimentu.

[018] Operators ar datora (11) un, piemēram, droseles palīdzību var kontrolēt, šajā gadījumā pneimocilindru (16) un līdz ar to pielāgojamu paraugu turētāju (4) lineāro kustības ātrumu pa vadotnēm (5). Šajā izgudrojuma īstenošanas piemērā pneimocilindru (16) lineārais kustības ātrums diviem pielāgojamiem testēšanas mezgliem (12) iestatīts vienāds. Attiecīgi operators var realizēt eksperimentu ar iepriekš iestatītu programmu, piemēram, pielāgojamam parauga turētājam (4) un attiecīgi paraugiem – sfēriskiem paraugiem (17) rites berzes, vai plakaniem paraugiem (18) slīdes berzes gadījumā, ir jāveic konkrēts ceļš; vai arī ir iespējams ar spēka sensoriem (15) monitorēt berzes koeficienta vērtības un pieņemt lēmumu par eksperimenta pārtraukšanu, ņemot vērā novērotās izmaiņas. Katram pielāgojamam testēšanas mezglam (12) var iestatīt citus eksperimentu uzstādījumus. Ja ir nepieciešamība, eksperimenta laikā var tikt mainīta temperatūra un/vai gaisa mitrums termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7).

[019] Paņēmiens materiālu un pārklājumu triboloģisko īpašību pētījumu veikšanai ar izgudrojuma iekārtu ietver šādus secīgus soļus:

- i) atver termiski noslēgtu testēšanas kameru (7) un katrā pielāgojamā testēšanas mezglā (12) uzstāda pētāmo paraugu – sfērisku paraugus (17) rites berzes gadījumā vai plakānu paraugu (18) slīdes berzes gadījumā. Nepieciešamības gadījumā pieliek papildu svāra elementu (19) uz pielāgojama parauga turētāja (4), tad savieno pielāgojamus parauga turētājus (4) ar pneimocilindriem (16) un termiski noslēgtu testēšanas kameru (7) aizver;
- ii) ieslēdz gaisa mitruma kontroles ierīci (9) un gaisa temperatūras kontroles ierīci (10) un iestata eksperimentu vides apstākļus;
- iii) ieslēdz datoru (11) un ar gaisa temperatūras sensoriem (14) un gaisa mitruma sensoriem (13) mēra vides apstākļus termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7), tad iestata eksperimentu uzstādījumus;
- iv) kad vides apstākļi termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7) sasniedz eksperimentā vēlamos, ieslēdz spēka sensorus (15) un aktivizē datu ierakstīšanu datorā (11);
- v) veic materiālu un pārklājumu triboloģisko īpašību novērtēšanas eksperimentu saskaņā ar eksperimentu uzstādījumiem;
- vi) noslēdzoties eksperimentam, automātiski atslēdz pneimocilindru (16), gaisa temperatūras sensoru (14), gaisa mitruma sensoru (13) un spēka sensoru (15);
- vii) ja ir nepieciešams, koriģē eksperimenta uzstādījumus un atkārtoto soļus iii) līdz vi);
- viii) izslēdz gaisa mitruma kontroles ierīci (9) un gaisa temperatūras kontroles ierīci (10) un atver termiski noslēgtu testēšanas kameru (7), lai noslēgtu eksperimentu (izņemt paraugus) vai manītu eksperimentālo paraugu un atkārtotu soļus no i) līdz vi).

[020] Realizējot izgudrojumu ir panākta iespēja veikt eksperimentus, iepriekš iestatot un kontrolējot vides apstākļus reāla laika mērogā, turklāt izgudrojumam ir paredzēts uzstādīt divus vai vairāk pielāgojamus testēšanas mezglus (12), kas paralēli ļauj veikt eksperimentus gan rites berzes, gan slīdes berzes apstākļos, nodrošinot kustības procesa un vides apstākļu nepārtauktu kontroli eksperimentu laikā. Eksperimentu veikšana vienlaikus vairākiem paraugiem nodrošina eksperimentu izpildes laika un izmaksu samazināšanu salīdzinājumā ar prototipa iekārtu, kas ir paredzēta tikai viena parauga testēšanai.

Izmantotie informācijas avoti

1. V. Mironovs, P. Stankēvičs, J. Rudzītis, LV15225 (A) - Equipment for evaluating the tribological properties of materials, 2017.
https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20170420&CC=LV&NR=15225A&KC=A (skatīts 2022. gada 7.

martā).

2. A. Leitans, J. Lungevics, J. Rudzitis, A. Filipovs, Tribological properties of PVD Ti/C-N nanocoatings, *Latv. J. Phys. Tech. Sci.* 54 (2017) 64–71.

<https://doi.org/10.1515/LPTS-2017-0014>.

3. Q. Wang, Q. Zheng, T. Xia, CN212159509U Multipurpose friction coefficient testing device, 2020.

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/073711255/publication/CN212159509U?q=pn%3DCN212159509U> (skatīts 2022. gada 7. martā).

4. J. Lungevics, E. Jansons, I. Boiko, I. Velkavrh, J. Voyer, T. Wright, A Holistic Approach Towards Surface Topography Analyses for Ice Tribology Applications, *Front. Mech. Eng.* 7 (2021) 56. <https://doi.org/10.3389/FMECH.2021.691485>.

5. J. Li, Y. Liu, Y. Jing, CN106053076A Testing machine of bearing linear stand, 2016. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/057480289/publication/CN106053076A?q=pn%3DCN106053076A> (skatīts 2022. gada 7. martā).

6. R. Jing, Q. Li, G. Li, C. Yuji, CN107202739A Sliding-rolling testing device for friction and wear tester and friction and wear tester, 2017.

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/059907016/publication/CN107202739A?q=pn%3DCN107202739A> (skatīts 2022. gada 7. martā).

PRETENZIJAS

1. Materiālu un pārklājumu triboloģisko īpašību novērtēšanas iekārta, kas ietver vismaz vienu pielāgojamu paraugu turētāju (4), kas slīd pa vadotni (5), kas atšķiras ar to, ka vides apstākļu kontrolei iekārta papildus ietver termiski noslēgtu testēšanas kameru (7), kurā izvietots vismaz viens pielāgojams testēšanas mezgls (12), kur katrs satur pielāgojamu paraugu turētāju (4), turklāt pielāgojama parauga turētāja (4) lineārai kustībai pa vadotni (5) pielāgojams testēšanas mezgls (12) ietver piedziņu, attiecīgi berzes raksturlielumu ierakstīšanai spēka sensori (15) novietoti zem vadotnes (5).

2. Iekārta saskaņā ar 1. pretenziju, kas atšķiras ar to, ka termiski noslēgta testēšanas kamerā (7) ir izvietoti divi pielāgojami testēšanas mezgli (12) triboloģisko īpašību testēšanai rites un slīdes berzes apstākļos.

3. Iekārta saskaņā ar 1. pretenziju, kas atšķiras ar to, ka par piedziņu ir izmantots vismaz viens pneimocilindrs (16).

4. Paņēmiens materiālu un pārklājumu triboloģisko īpašību novērtēšanai, kuru realizē iekārta saskaņā ar jebkuru no 1. līdz 3. pretenzijai, kurš ietver šādus secīgus soļus:

i) atver termiski noslēgtu testēšanas kameru (7) un katrā pielāgojamā testēšanas mezglā (12) uzstāda pētāmo paraugu – sfērisku paraugus (17) rites berzes gadījumā vai plakānu paraugu (18) slīdes berzes gadījumā. Nepieciešamības gadījumā pieliek papildu svāra elementu (19) uz pielāgojamu parauga turētāju (4), tad savieno pielāgojamus parauga turētājus (4) ar piedziņu un termiski noslēgtu testēšanas kameru (7) aizver;

ii) ieslēdz gaisa mitruma kontroles ierīci (9) un gaisa temperatūras kontroles ierīci (10) un iestata eksperimentu vides apstākļus;

iii) ieslēdz datoru (11) un ar gaisa temperatūras sensoriem (14) un gaisa mitruma sensoriem (13) mēra vides apstākļus termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7), tad iestata eksperimentu uzstādījumus;

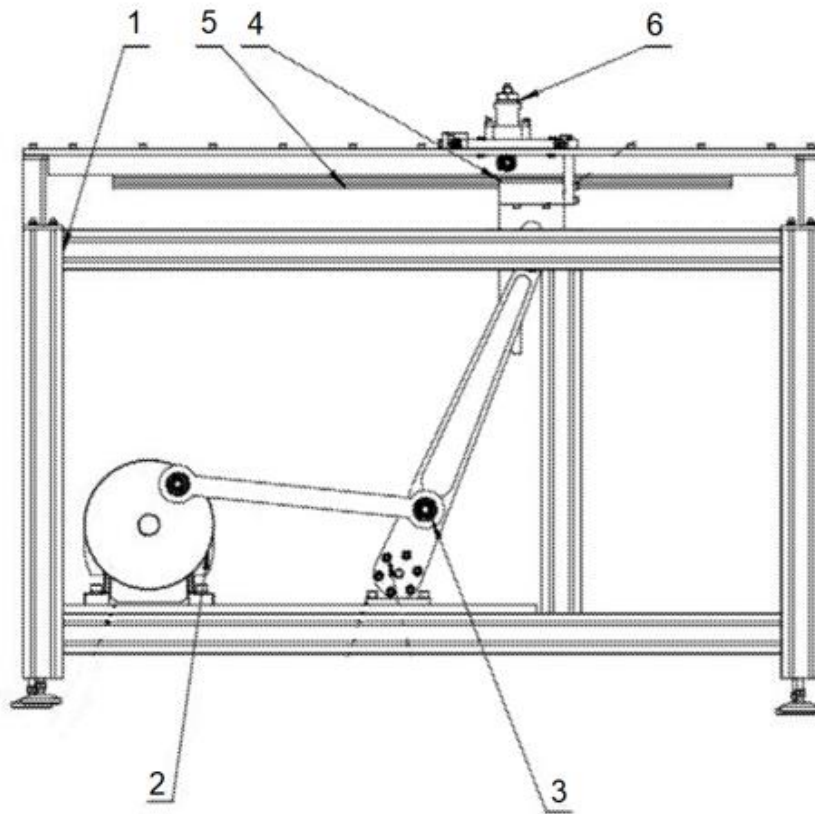
iv) kad vides apstākļi termiski noslēgtā testēšanas kamerā (7) sasniedz eksperimentā vēlamos, ieslēdz spēka sensorus (15) un aktivizē datu ierakstīšanu datorā (11);

v) veic materiālu un pārklājumu triboloģisko īpašību novērtēšanas eksperimentu saskaņā ar eksperimentu uzstādījumiem;

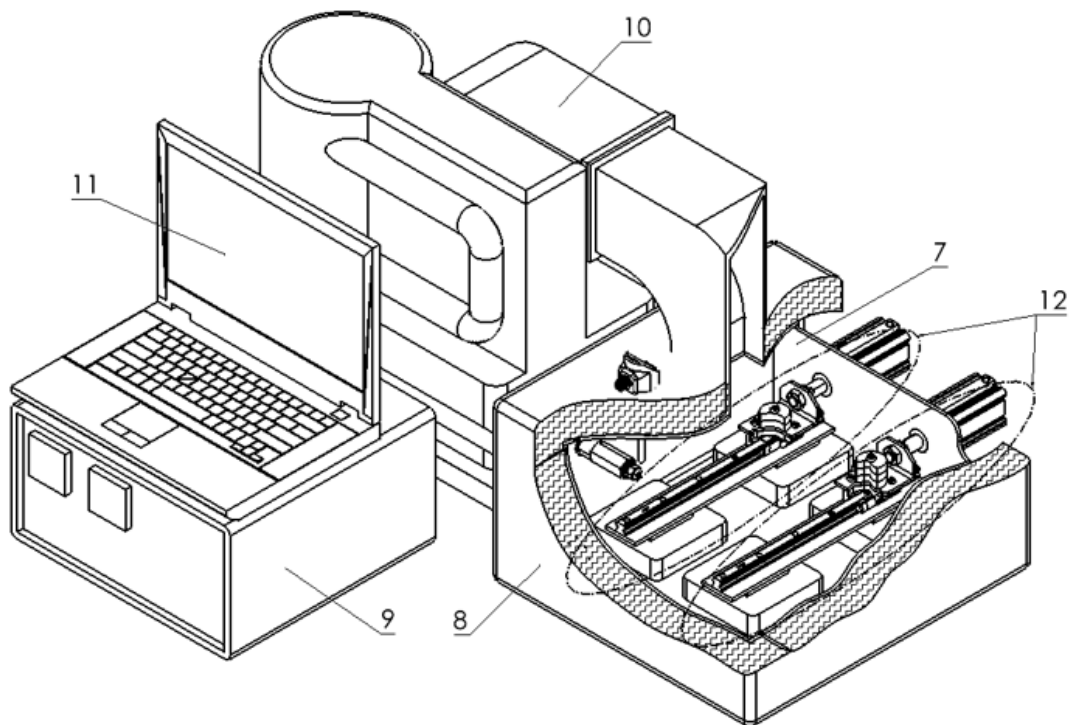
vi) noslēdzoties eksperimentam, automātiski atslēdz pneimocilindru (16), gaisa temperatūras sensoru (14), gaisa mitruma sensoru (13) un spēka sensoru (15);

vii) ja ir nepieciešams, koriģē eksperimenta uzstādījumus un atkārti soļus iii) līdz vi);

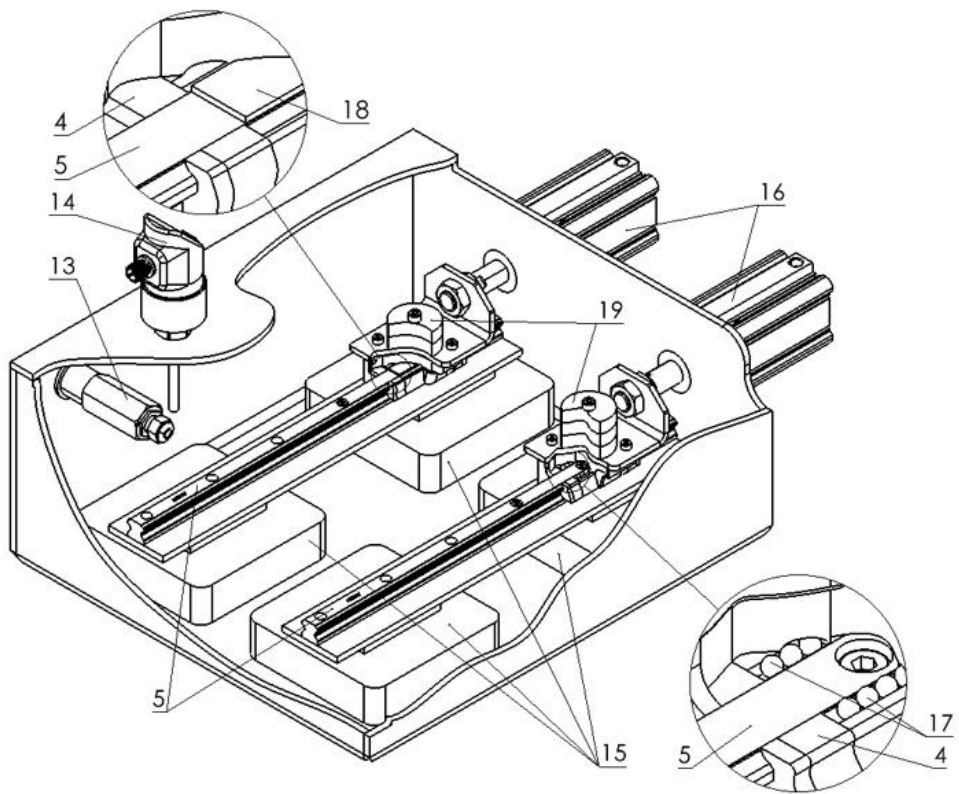
viii) izslēdz gaisa mitruma kontroles ierīci (9) un gaisa temperatūras kontroles ierīci (10) un atver termiski noslēgtu testēšanas kameru (7), lai noslēgtu eksperimentu vai manītu eksperimentālo paraugu un atkārtotu soļus no i) līdz vi).



1. zīm.



2. zīm.



3. zīm.