

ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

- (21) Číslo prihlášky: **41-2017**
 (22) Dátum podania prihlášky: **18. 4. 2017**
 (31) Číslo prioritnej prihlášky:
 (32) Dátum podania prioritnej prihlášky:
 (33) Krajina alebo regionálna organizácia priority:
 (40) Dátum zverejnenia prihlášky: **5. 11. 2018**
 Vestník ÚPV SR č.: **11/2018**
 (45) Dátum oznámenia o udelení patentu: **14. 4. 2021**
 Vestník ÚPV SR č.: **07/2021**
 (47) Dátum sprístupnenia patentu verejnosti: **4. 3. 2021**
 (62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
 (67) Číslo pôvodnej prihlášky úžitkového vzoru v prípade odbočenia:
 (86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT:
 (87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT:
 (96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

(11) Číslo dokumentu:

288842(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. (2021.01):

G01N 3/00
G01N 19/00

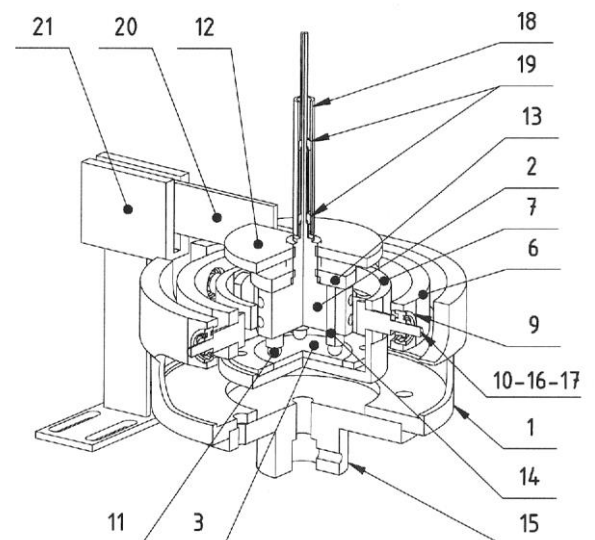
(73) Majiteľ: **Žilinská univerzita v Žiline, Žilina, SK;**

(72) Pôvodca: **Bronček Jozef, doc. Ing., PhD., Žilina, SK;**
Dzimko Marián, prof. Ing., PhD., Žilina, SK;
Baščovanský Ronald, Ing., PhD., Žilina, SK;
Poljak Silvester, Ing., PhD., Žilina, SK;
Nový František, Ing., PhD., Žilina, SK;

(54) Názov: **Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov**

(57) Anotácia:
 Rotačný mikrotribometer s flexibilnou hlavou a prítlačnou hlavou s trojbodovým usporiadaním trecích kontaktných členov na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov ako skúšobné zariadenie umožňuje mikroskopické a submikroskopické skúmanie procesov trenia a opotrebovania. Konštrukčné riešenie pozostáva z flexibilnej rotačnej hlavy (1), ktorá sa skladá z troch koncentrických kruhových prstencov. Vonkajší prstenec (5) tvorí rám a stredný prstenec (6) a vnútorný prstenec (7) sú vzájomne otočné okolo osí X a Y. Osí kĺbov (8) jedného prstenca sú kolmé na osi kĺbov druhého prstenca. Na vnútornom prstenci (7) je prichytená vzorka (3) zo skúšaného materiálu. Rám ako vonkajší prstenec (5) je otočný okolo osi Z a jeho rotačný pohyb vykonáva pohonná jednotka (4). Prítlak do miesta kontaktu zabezpečuje prítlačná hlava (2), ktorá tvorí druhý člen tribologickej dvojice a umožňuje umiestniť buď tri guľôčky, alebo tri čapy, aby sa vytvoril trojbodový kontakt. Sústava horných závaží (12) a spodných závaží (13) rôznej hmotnosti v súčinnosti so zemskou gravitáciou zabezpečí požadovanú hodnotu normálovej sily FN v trojbodovom kontakte trecích teliesok (11). Na vzorku (3) zo skúšaného materiálu pôsobia sily, a to zvislá normálová sila FN od sústavy horných závaží (12) a spodných závaží (13) a vodorovná trecia sila FT, ktorá vznikne pri rotačnom pohybe v kontakte medzi trecími telieskami (11) a vzorkou (3) zo skúšaného materiálu. Rotačný pohyb prítlačnej hlavy (2) je zachytený snímačom (20) sily v tvare planžety, ktorá má jeden koniec votknutý

v úchytoch držiaka (21) a druhý voľný koniec planžety zapadá do zárezov v sústave horných závaží (12) a spodných závaží (13). Riešenie s trojbodovým kontaktom a flexibilne prichytenou vzorkou (3) zo skúšaného materiálu umožňuje dosiahnuť kontinuálny a spojitý prívod energie do miesta kontaktu počas celého priebehu skúšky.



Oblasť techniky

Vynález sa týka konštrukčného riešenia laboratórneho skúšobného zariadenia, rotačného mikrotribometra s flexibilnou hlavou a prítlačnou hlavou s trojbodovým usporiadaním trecích kontaktných členov, ako prístroja na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov vzoriek konštrukčných materiálov. Vynález spadá vo všeobecnosti do oblasti strojárstva.

Doterajší stav techniky

Zo súčasného stavu techniky sú známe spôsoby, ako skúmať tribologický proces a sú známe aj zariadenia na ich vykonávanie. Reálny tribologický systém sa vyšetruje na tribologickom modeli, ktorý má z tribologického hľadiska vzájomnú podobnosť s reálnym alebo ideálnym trecím uzlom, ktorý umožňuje vzájomné opísanie. Tribologický proces charakterizujú materiálové interakcie trecích telies, medzilátky a okolia, ktoré prebiehajú v priestore a čase. Vždy ide o vytvorenie klznej dvojice – tribologického uzla v prostredí okolia (atmosféry, vody, prachu a pod.), s možnosťou modelovať procesy trenia a opotrebenia a súčasne merať a zaznamenávať parametre týchto procesov.

Pri výskume procesov trenia a opotrebenia sa v súčasnosti používa veľké množstvo rôznych konfigurácií laboratórnych experimentálnych skúšobných zariadení, ktoré sú členené podľa prevládajúceho mechanizmu opotrebenia, charakteru energetického impulzu, druhu trenia a charakteru dotyku povrchov. Rozdielnosť konštrukcie skúšobného zariadenia je podmienená predovšetkým: geometrickým tvarom prvkov trecieho uzla – triboelementov, charakterom klzného dotyku povrchov v skutočnom režime prevádzky skúmaných vzoriek, charakterom zaťaženia, druhom a spôsobom vyvedenia vzájomného pohybu tribologickej dvojice (vzorky zo skúmaného materiálu a pôsobiaceho telieska). Niektorí výrobcovia tribologických laboratórnych skúšobných zariadení zohľadňujú pri rozdelení aj energetické hľadisko. Podľa spôsobu prívodu energie do miesta kontaktu rozdeľujú zariadenia na: zariadenia s kontinuálnym prívodom energie, zariadenia s minimalizovaným prívodom energie a zariadenia s cyklickým prívodom energie. Do kategórie zariadení s kontinuálnym prívodom energie patria skúšobné zariadenia, ktoré je možné z energetického hľadiska charakterizovať ako tepelne samoregulačné s kontinuálnymi energetickými impulzmi.

Najrozšírenejšie prístroje majú jednoduchú konštrukciu a pracujú na princípe čap na disku (pin – on – disc) alebo guľôčka na disku (ball – on – disc). Prístroje tohto typu majú iba dva stupne voľnosti voľné (ostatné stupne voľnosti sú zablokované), a to posuvný pohyb čapu (guľôčky) v smere osi Z a rotáciu disku okolo osi Z. Pohonná jednotka otáča konštantnou klznou rýchlosťou v jednom smere iba jeden člen z tribologickej dvojice okolo osi Z (disk). Miesto kontaktu je stacionárne vzhľadom na jednu zo vzoriek. Ich principiálnou výhodou je, že prístroje môžu pracovať v režimoch s veľkým rozsahom zaťaženia a rýchlostí a so širokým spektrom sledovaných parametrov. Tento typ prístrojov sa využíva predovšetkým pri základných štúdiách opotrebenia materiálov, a to kovov, plastov, kompozitných materiálov, zliatin, keramických materiálov, povrchových vrstiev a povlakov, a to v podmienkach bez mazania a s mazaním tuhými mazivami. Pri tejto skúšobnej metóde dochádza ku kontaktu medzi guľôčkou, resp. čapom a diskom. Čap alebo guľôčka (guľôčka sa nevalí, je pevne prichytená v kontaktnom trecom člene), klže po kruhovej dráhe na disku. Pohyb je relatívny, jeden z členov tribologického uzla vykonáva rotačný pohyb okolo osi Z prechádzajúcej stredom disku, otáčať sa môže disk alebo čap. Pohyb zabezpečuje pohonná jednotka, napr. elektromotor cez príslušné mechanické prevody. Nevýhodami týchto riešení sú vysoké požiadavky kladené na prípravu povrchu trecích povrchov trecích elementov, a to na geometrickú presnosť tvaru rovinnosti kontaktnej plochy povrchu disku, resp. čapu a čelné hádzanie povrchu disku. Ďalšou nevýhodou takéhoto riešenia je skutočnosť, že pri malých zaťaženiach, napr. pri mikrometrických skúškach trenia, môže dôjsť počas skúšky k preklzu v mieste kontaktu, čím sa preruší kontinuálny a spojitý prívod energie do miesta kontaktu. Pretože kontaktná rovina disku nemôže byť ideálne rovinná, má hoci i nepatrné priehlbiny a vyvýšeniny, môže v kontakte pri pohybe guľôčky po nerovnom povrchu disku dochádzať k dynamickým účinkom, a tým k nerovnomernosti prítlačnej sily. Prítlačná sila potom nie je konštantná, čo v niektorých prípadoch môže ovplyvniť výsledky experimentov. Pretože práca (teplo), vznikajúce v kontakte, je súčinom trecej sily a relatívnej rýchlosti, trecia sila je súčinom prítlačnej (normálovej) sily a faktora (súčiniteľa) trenia v kontakte. Privedená energia je funkciou prítlačnej sily a obvodovej rýchlosti.

Uvedené nedostatky evokovali navrhnuť iný systém riešenia s flexibilnou hlavou upevnenia disku.

Výsledkom tohto úsilia je ďalej opisovaná konštrukcia skúšobného zariadenia, rotačného mikrotribometra na hodnotenie tribokorózných vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov v predloženom vynáleze.

Podstata vynálezu

Uvedené požiadavky plní skúšobné zariadenie ako rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov podľa predloženého vynálezu. Jeho podstatou je optimálne priestorové usporiadanie vhodne navrhnutých mechanických a elektrických prvkov, ktoré vytvárajú riadený a merateľný tribologický uzol s dvoma členmi tribologickej dvojice.

Prvým členom tribologickej dvojice vo funkcii disku je rotačná flexibilná hlava s presne definovaným rotačným pohybom, na ktorej je upevnená vzorka zo skúšaného materiálu. Rotačný pohyb hlavy sa generuje z elektromotora cez príslušné mechanické prevody s možnosťou riadenia otáčok. Podstata konštrukčného riešenia spočíva v tom, že flexibilná hlava je zložená z troch koncentrických kruhových prstencov. Vonkajší prstenec tvorí rám a je otočný okolo zvislej osi Z a jeho rotačný pohyb sa odvádza z pohonnej jednotky. Dva vnútorné prstence sú vzájomne spojené pomocou dvoch kĺbov a stredný prstenec je spojený s vonkajším rámom, resp. vonkajším prstencom rovnako pomocou dvoch kĺbov. Osi kĺbov jedného prstenca sú kolmé na osi kĺbov druhého prstenca a kĺby sú umiestnené v smeroch osí X a Y. Kĺb sa skladá z presného ložiska a čapu, ktorý je jedným koncom pevne prichytený v prstenci a druhý koniec čapu je otočne uložený v ložisku. Ložiská sú uložené v telese druhého prstenca a umožňujú čiastočný otočný pohyb cez čapy druhému prstencu. Na vnútornom prstenci je prichytená vzorka. Výsledkom takéhoto konštrukčného usporiadania je stav, že vnútorné prstence, ktoré sú vzájomne čiastočne otočné okolo osí X a Y, vždy umožnia/zabezpečia polohu vzorky tak, aby rovina povrchu vzorky bola zhodná s rovinou definovanou troma dotykmi prítlačnej hlavy.

Druhým členom tribologickej dvojice je prítlačná hlava s trojbodovým usporiadaním trecích kontaktných členov – trecích teliesok (čapov alebo guľôčok). Prítlačná hlava je navrhnutá tak, že umožňuje umiestniť trecie telieska, a to buď tri guľôčky, alebo tri čapy tak, aby sa vytvoril trojbodový kontakt s prvým členom tribologickej dvojice (diskom – vzorkou). Telieska sú rozmiestnené na rozstupovej kružnici pootočené o uhol 120° . Polomer kružnice je polomerom otáčania trecích teliesok. Konštrukcia prítlačnej hlavy umožňuje jej posun v smere osi Z a zároveň aj jej natáčanie (nie otáčanie) okolo osi Z. Pootáčanie prítlačnej hlavy je generované trecími silami vzniknutými v kontaktoch. Nastavenie vhodnej normálovej (zaťažovacej) sily F_N v kontakte sa vykonáva v súčinnosti so zemskou gravitáciou prostredníctvom vlastnej hmotnosti prítlačnej hlavy a riadeného odľahčenia hlavy pomocou mechanického nastavenia systémom lanka, pružiny a kladiek. Meranie zaťaženia (odľahčenia) sa zisťuje silomerom, ktorý pozostáva z dvoch pružných planžiet, pričom hodnota normálovej sily F_N sa určuje prostredníctvom merania lineárnej deformácie hornej planžety. Vzájomnou interakciou medzi trecími členmi umiestnenými na prítlačnej hlave a rotujúcou vzorkou upevnenou na flexibilnej hlave je vznik trenia, konkrétne trecej sily F_T . Trecia sila F_T vytvára v mieste kontaktu trecí moment M_T ($M_T = F_T \cdot R$), kde R je polomer. Vzniknutý trecí moment M_T sa zachytáva tenzometrickým snímačom sily, ktorý je v tvare planžety a ktorá sa vplyvom pôsobiacej sily lineárne deformuje. Nakoľko dochádza k dynamickému kontaktu, konštrukcia rotačného tribometra by mala mať dostatočnú mechanickú tuhosť, aby sa predišlo vzniku nežiaducich vibrácií, čo v dôsledku môže ovplyvniť presnosť a stabilitu trecieho procesu, ako aj merania trecej sily F_T a pod. Riešenie s trojbodovým kontaktom a flexibilne prichytenou rotujúcou vzorkou umožňuje dosiahnuť rovnomernú prítlačnú silu, normálovú silu F_N aj pri nie ideálnej rovinosti vzorky a kontinuálny prívod energie do miesta kontaktu počas celého priebehu skúšky. Riešenie s flexibilnou hlavou zaručuje rovnomerné rozdelenie zvislej normálovej sily F_N na každý z trojice kontaktov.

Výhody konštrukčného riešenia laboratórneho skúšobného zariadenia, rotačného mikrotribometra s flexibilnou hlavou a prítlačnou hlavou s trojbodovým usporiadaním trecích kontaktných členov, ako prístroja na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov vzoriek konštrukčných materiálov podľa vynálezu sú zjavné z jeho účinkov, ktorými sa prejavuje navonok. Účinky spočívajú v tom, že vnútorné prstence rotačnej flexibilnej hlavy s presne definovaným rotačným pohybom, ktoré sú vzájomne čiastočne otočné okolo osí X a Y, vždy umožnia/zabezpečia polohu vzorky tak, aby rovina povrchu vzorky bola zhodná s rovinou definovanou troma dotykmi prítlačnej hlavy. Prítlačná hlava s trojbodovým usporiadaním trecích kontaktných členov – trecích teliesok (čapov alebo guľôčok) s flexibilne prichytenou vzorkou umožňuje eliminovať geometrické nerovnosti povrchu vzorky, a tým dosiahnuť konštantný prítlak v dotykoch a spojitý prívod energie do miesta kontaktu počas celého priebehu skúšky. Umožní aj mikroskopické a submikroskopické skúmanie procesov trenia a opotrebovania.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Laboratórne skúšobné zariadenie, rotačný mikrotribometer s flexibilnou hlavou a prítlačnou hlavou s trojbodovým usporiadaním trecích kontaktných členov, ako prístroj na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov vzoriek konštrukčných materiálov skonštruované podľa vynálezu bude ďalej vysvetlené na výkresoch. Na obr. 1 je schematické znázornenie tribologických dvojíc na princípe metódy valček-disk (pin-on-disc), resp. guľôčka na disku (ball-on-disc) s kontinuálnym prívodom energie v mieste kontaktu.

Na obr. 2 je znázornená principiálna schéma technického riešenia rotačnej flexibilnej hlavy skúšobného zariadenia. Na obr. 3 je zobrazený model rotačnej flexibilnej hlavy skúšobného zariadenia. Na obr. 4 je zobrazený model prítlačnej hlavy zariadenia s trojdotykovým usporiadaním trecích teliesok. Na obr. 5 je zobrazený rez konštrukčnými časťami zariadenia v konfigurácii rotačná flexibilná hlava, vzorka a prítlačná hlava.

5

Príklady uskutočnenia vynálezu

Jednotlivé uskutočnenia vynálezu sú predstavované na ilustráciu a nie ako obmedzenia technických riešení. Odborníci poznajúci stav techniky nájdu alebo budú schopní zistiť s použitím nie viac ako rutinného experimentovania mnoho ekvivalentov k špecifickým uskutočneniam vynálezu. Aj takéto ekvivalenty budú spadať do rozsahu patentových nárokov.

Odborníkom poznajúcim stav techniky nemôže robiť problém optimálne navrhnutie konštrukcie, preto tieto znaky neboli detailne riešené.

Požiadavky vymenované v predchádzajúcich kapitolách sú zabezpečené rotačným mikrotribometrom na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov, t. j. skúšobným zariadením podľa tohto vynálezu. Z hľadiska konštrukcie je v zásade rozlíšená pohyblivá časť a statická časť zariadenia znázornená na obr. 2 až 4. Na obr. 5 je ich komplexné usporiadanie. Pohyblivá časť zariadenia je sústava s rotačnou flexibilnou hlavou 1, ktorej rotačný pohyb sa generuje z elektromotora ako pohonnej jednotky 4 cez príslušné mechanické prevody až po vzorku 3 zo skúšaného materiálu. Statická časť je sústava prvkov, do ktorej patrí prítlačná hlava 2, trecie telieska 11 v tvare guľôčky a tiež ostatné súvisiace nepohybujúce sa prvky. Z obr. 2, 3 a 5 je zjavné, že rotačná flexibilná hlava 1 sa skladá z troch prstencov, pričom vonkajší prstenec 5 tvorí rám a stredný prstenec 6 a vnútorný prstenec 7 sú vzájomne otočné okolo osí X a Y. Na vnútornom prstenci 7 je prichytená vzorka 3 z testovaného materiálu. Rám, t. j. vonkajší prstenec 5, je otočný okolo osi Z a jeho rotačný pohyb sa zabezpečuje z pohonnej jednotky 4 cez príslušné mechanické prevody a spojovaciu prírubu 15. Stredný prstenec 6 a vnútorný prstenec 7 sú vzájomne spojené pomocou dvoch kĺbov 8 a stredný prstenec 6 je spojený s vonkajším prstencom 5 taktiež pomocou dvoch kĺbov 8. Osi kĺbov 8 sú navzájom kolmé a kĺby 8 sú umiestnené v smeroch osí X a Y. Kĺb 8 sa skladá z ložiska 9, čapu 10 a vymedzovacieho krúžku 16, pričom axiálna poloha ložiska 9 v kĺbe 8 sa zaisťuje maticou 17. Jedno osadenie kĺbov 8 je nasledujúce. Dva čapy 10 kĺbov 8 sú jednými koncami pevne prichytené v strednom prstenci 6 a druhé konce čapov 10 sú otočne uložené v ložiskách 9 vonkajšieho prstenca 5, čím sa pevne fixuje poloha čapu 10. Taktiež dva čapy 10 kĺbov 8 sú jednými koncami pevne prichytené vo vnútornom prstenci 7 a druhé konce čapov 10 sú otočne uložené v ložiskách 9 stredného prstenca 6, čím sa pevne fixuje poloha čapu 10. Pritom vonkajší prstenec 5 má dve technologické vybrania oproti dvom čapom 10 kĺbov 8 spájajúcim vnútorný prstenec 7 a stredný prstenec 6. Kĺbové uloženie umožňuje čiastočný otočný pohyb stredného prstenca 6 okolo osi X a vnútorného prstenca 7 okolo osi Y, a tým sa zabezpečí flexibilné nastavenie polohy upnutej vzorky 3 zo skúšaného materiálu na dne vnútorného prstenca 7.

Zo znázornenia na obr. 4 je zjavná konštrukcia prítlačnej hlavy 2, ktorá obsahuje tri trecie telieska 11 v tvare guľôčky, ktoré sú prilepené na konci čapov 14. Druhý koniec čapu 14 je vložený do otvorov v telese prítlačnej hlavy 2, pričom axiálna poloha čapov 14 je zaistená dvojicou neznázornených skrutiek. Pomocou dvojice guľôčkových ložísk 19 je na drieku prítlačnej hlavy 2 otočne uložené puzdro 18, ktoré umožňuje čiastočne rotačný aj posuvný pohyb drieku prítlačnej hlavy 2, pričom jej zvislý pohyb je v smere osi Z. Sústava horných závaží 12 a spodných závaží 13 rôznej hmotnosti v súčinnosti so zemskou gravitáciou zabezpečí požadovanú hodnotu normálovej sily F_N v trojbodovom kontakte trecích teliesok 11. Na vzorku 3 zo skúšaného materiálu pôsobia sily, a to záťažová (normálová) sila F_N od sústavy horných závaží 12 a spodných závaží 13 a vodorovná trecia sila F_T , ktorá vznikne pri rotačnom pohybe v kontakte medzi trecími telieskami 11 a vzorkou 3 zo skúšaného materiálu. Rotačný pohyb prítlačnej hlavy 2 je zachytený snímačom sily 20 v tvare planžety, ktorá má jeden koniec pripevnený (votknutý) v úchytoch na samostatnom držiaku 21 a druhý voľný koniec planžety zapadá do zárezov v sústave horných závaží 12 a spodných závaží 13. Umiestnenie a orientácia normálovej sily F_N , trecej sily F_T a trecieho momentu M_T vyplýva z obr. 1.

Priemyselná využiteľnosť

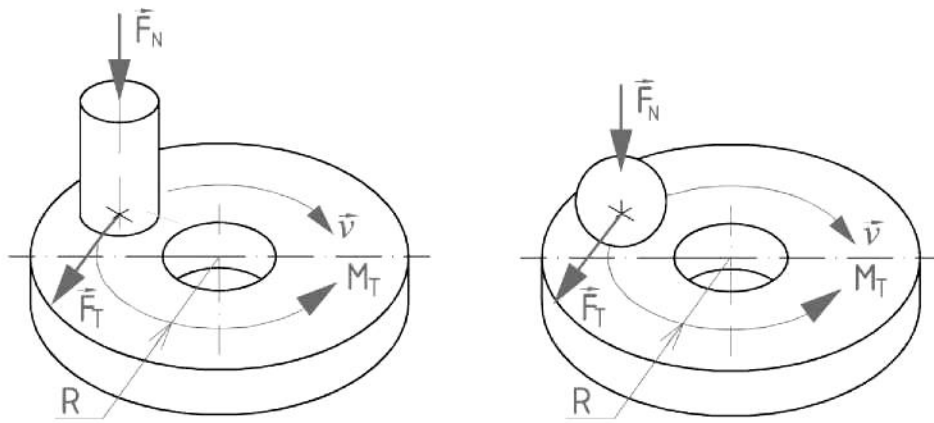
Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov podľa tohto vynálezu sa používa vo výskume povrchov konštrukčných materiálov, povlakov v podmienkach trenia v pasívnom prostredí okolia (atmosféry, vody, prachu a pod.), s možnosťou modelovať procesy trenia a opotrebenia aj pri extrémne malých zaťaženiach, merať a zaznamenávať parametre týchto procesov.

60

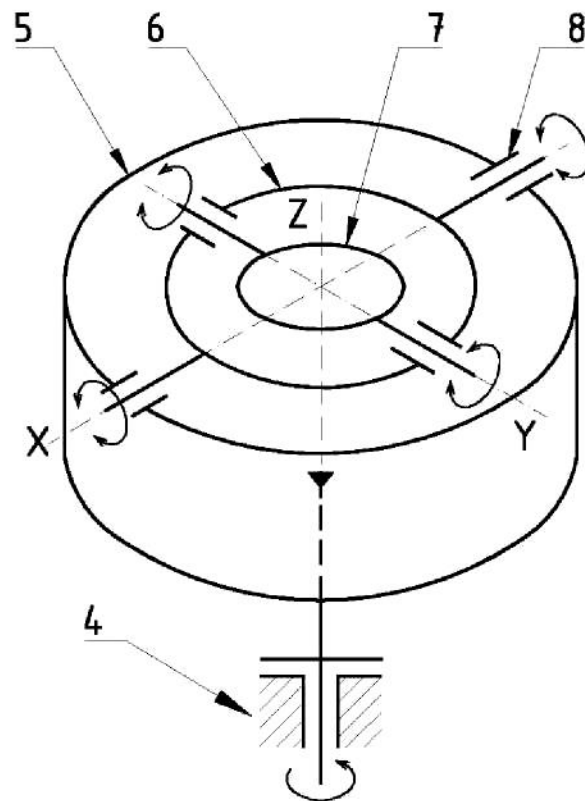
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov s dvomi členmi tribologickej dvojice, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že pozostáva z rotačnej flexibilnej hlavy (1), ktorá tvorí prvý člen tribologickej dvojice, kde na vnútornom prstenci (7) je umiestnený člen na upevnenie vzorky (3) zo skúšaného materiálu; rotačná flexibilná hlava (1) sa skladá z vonkajšieho prstenca (5), ktorý tvorí rám a má stredný prstenec (6) otočne uložený okolo osi X a má vnútorný prstenec (7) otočne uložený okolo osi Y; vonkajší prstenec (5) je otočne uložený okolo osi Z a je pripojený na pohonnú jednotku (4) cez spojovaciu prírubu (15); stredný prstenec (6) a vnútorný prstenec (7) sú vzájomne spojené pomocou dvoch kĺbov (8), pričom stredný prstenec (6) je spojený s vonkajším prstencom (5) rovnako pomocou dvoch kĺbov (8); osi kĺbov (8) sú navzájom kolmé a kĺby (8) sú umiestnené v smeroch osí X a Y; kĺb (8) sa skladá z ložiska (9) a čapu (10); a ďalej pozostáva z prítlačnej hlavy (2), ktorá tvorí druhý člen tribologickej dvojice, na ktorej sú umiestnené tri trecie telieska (11) v tvare guľôčky prichytené v čape (14); pritom snímač (20) sily v tvare planžety je pripevnený na samostatnom držiaku (21) a voľným koncom zapadá do zárezov v horných závažiach (12) a/alebo v spodných závažiach (13), ktoré sú upevnené na prítlačnej hlave (2).
2. Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že dva čapy (10) kĺbov (8) sú jednými koncami pevne prichytené v strednom prstenci (6) a druhé konce čapov (10) sú otočne uložené v ložiskách (9) vonkajšieho prstenca (5).
3. Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že dva čapy (10) kĺbov (8) sú jednými koncami pevne prichytené vo vnútornom prstenci (7) a druhé konce čapov (10) sú otočne uložené v ložiskách (9) stredného prstenca (6).
4. Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov podľa nárokov 1 až 3, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že vonkajší prstenec (5) má dve technologické vybrania oproti dvom čapom (10) kĺbov (8) spájajúcim vnútorný prstenec (7) a stredný prstenec (6).
5. Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov podľa nárokov 1 až 4, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že tri trecie telieska (11) sú v tvare čapu.

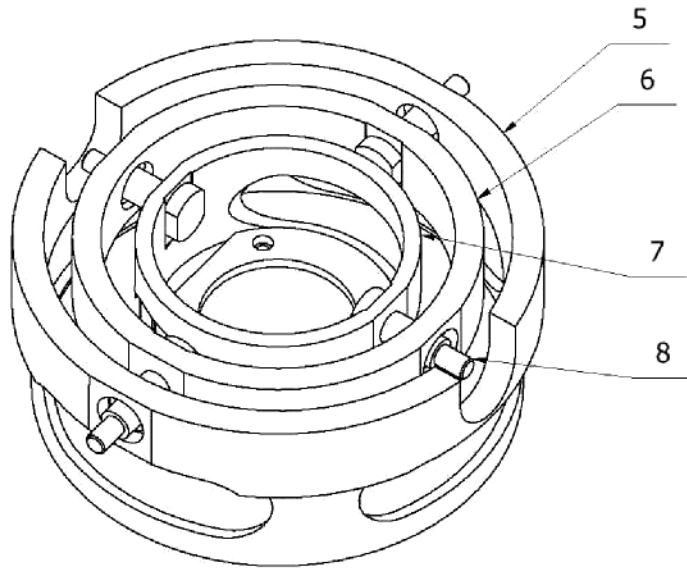
3 výkresy



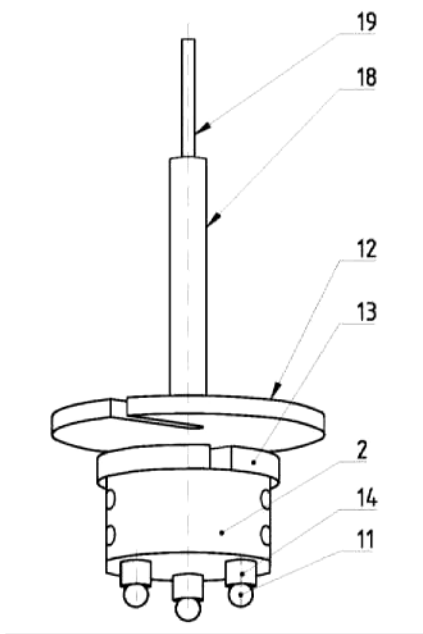
Obr. 1



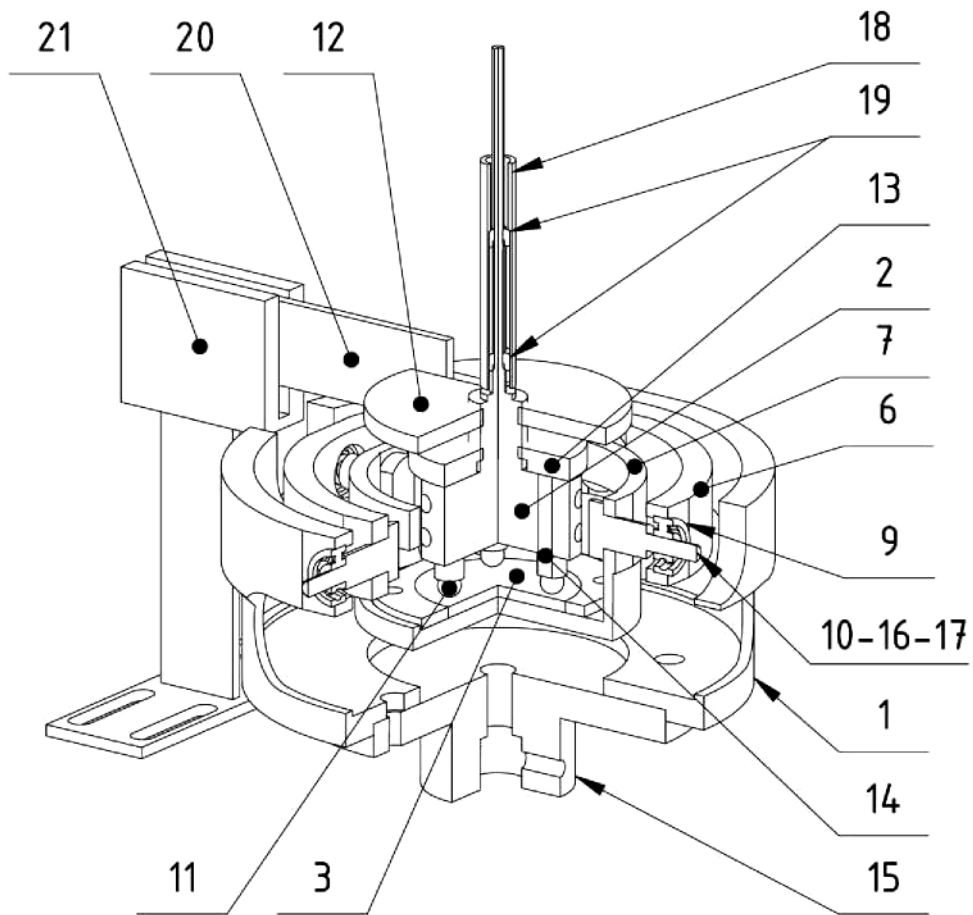
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Koniec dokumentu