

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 247215 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442938**

(22) Data zgłoszenia: **2022.11.25**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.03.27 BUP 13/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.06.02 WUP 22/2025**

(51) MKP:

G01N 3/56 (2006.01)

G01N 19/00 (2006.01)

G01N 19/02 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
EWELINA KOSICKA, Lublin, PL
JAKUB MATUSZAK, Świdnik, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Maciej Nowicki, Lublin, PL

(54) Tytuł:

Tribotester sterowany numerycznie

PL 247215 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest tribotester sterowany numerycznie.

Dotychczas ze zgłoszenia patentowego [PL422767A1](#) znany jest tribotester do wyznaczania współczynnika tarcia i stopnia zużycia ciernego, który charakteryzuje się tym, że zawieszenie pary trącej ma postać zwielokrotnionego układu osadzonych w wielu uchwytach wielu próbek rozmieszczonych symetrycznie wokół jednej tarczy stanowiącej wspólną przeciwpróbkę, wyznaczającego wielopunktową strefę jednoczesnego pomiaru. Każdej próbce odpowiada odrębny przetwornik siły oraz odrębny przetwornik przemieszczeń.

Z opisu zgłoszenia patentowego [PL439216A1](#) znana jest głowica do tribotestera z możliwością regulacji temperatury przeciwpróbek. Charakteryzuje się ona tym, że składa się z głowicy rewolwerowej, zamocowanej na trzpieniu z kołnierzem, posiadającej otwory montażowe na dolnej powierzchni rozmieszczone na jej obwodzie o zadany kąt α i do których zamocowane są tuleje zaciskowe z nakrętkami. W tulejach zaciskowych umieszczone są przeciwpróbki. Na górnej powierzchni głowicy rewolwerowej znajdują się rozmieszczone promieniowo co zadany kąt α_1 , w ustalonej odległości od osi głowicy rewolwerowej otwory głowicy. Trzpień z kołnierzem posiada na kołnierzu otwór przelotowy znajdujący się w zadanej odległości od jego osi, w którym znajduje się trzpień ustalający znajdujący się również w jednym z otworów głowicy. W osi głowicy rewolwerowej znajduje się otwór przelotowy, który odpowiada umiejscowieniu otworu przelotowego znajdującego się w osi trzpienia z kołnierzem tudzież w tulei zaciskowej zamocowany jest element regulujący temperaturę, który podłączony jest, poprzez przewód zasilający znajdujący się w osiowym otworze przelotowym trzpienia z kołnierzem, z układem zasilającym.

W opisie patentowym [PL207139B1](#) przedstawiono koncepcję stanowiska do badania zużycia ściernego w warunkach zawiesin przemysłowych. W opisie przedstawiono stanowisko wyposażone w tarczę prowadzącą, w której to zostały zamocowane uchwyty z trzema próbkami, a w tarczy obrotowej zamocowano podkładkę z inną tarczą, na którą doprowadzona jest zawiesina ścierna. Pominięto zatem możliwość zastosowania przeciwpróbki, której regulowana temperatura mogłaby mieć wpływ na zużycie ściernie.

W opisie zgłoszenia patentowego [CA2462630A1](#) przedstawiono kompaktowe urządzenie do testowania trybologicznego, które jest umieszczone w hermetycznie zamkniętym naczyniu. Urządzenie zawiera kołek testowy, który ślizgowo sprzęga się z parą bloków testowych, przy czym każdy blok jest zamontowany na końcu ramienia dźwigni. Ramiona dźwigni są zamocowane obrotowo, ze sprężyną umieszczoną między ramionami. Sprężyna wytwarza siłę, która poprzez bloki jest wywierana na kołek. Patent nie zawiera założenia, jakoby możliwe było regulowanie temperatury kołka będącego przeciwpróbką w parze cierniej.

Natomiast w opisie zgłoszenia patentowego [CN106018148A](#) zaprezentowano eksperymentalną aparaturę trybologiczną o dużej prędkości. Wspornik bloku testowego według wynalazku można obracać i przesuwając w górę i w dół wzdłuż szyny nośnej bloku testowego, zaś ciężar jest umieszczany na górnym końcu wspornika. Blok testowy jest obciążany siłą grawitacji. Pierścień testowy i klocek testowy stykają się ze sobą, a pierścień testowy obraca się, gdy obraca się wrzeczono elektryczne, tak że pierścień testowy i klocek testowy przesuwają się względem siebie, wytwarzając tarcie. Blok cierny działa, aby popychać wspornik bloku testowego wokół szyny wspornika bloku testowego. Podczas realizacji eksperymentu obrotowy wspornik ściska czujnik, który po przyłożeniu siły ulegnie odkształceniu. W rozwiązaniu nie zaproponowano jednak możliwości montażu wielu przeciwpróbek, ani podgrzewania elementu trącego w parze cierniej.

Przedstawiona w opisie zgłoszenia patentowego [US5795990A](#) aparatura do pomiaru charakterystyki tarcia i zużycia materiałów daje możliwość badania współczynnika tarcia, momentu tarcia, siły tarcia, zużycia ściernego próbek, charakterystyki tarcia gwintu, charakterystyki tarcia w warunkach zimnych i gorących oraz charakterystyki stick-slip. Warunki zimne i gorące nie dotyczą jednak kształtowanej temperatury elementu z pary trącej, a jedynie warunków zewnętrznych węzła tarcia. Nie podano również propozycji szybkiego przebrojenia połączenia ciernego poprzez umiejscowienie głowicy wielonarzędziowej.

W opisie zgłoszenia patentowego [CN101629888A](#) przedstawiono urządzenie testowe do symulacji tarcia i zużycia pomiędzy dwoma materiałami metalowymi, w tym dwoma łożyskami stożkowymi zamontowanymi na wale głównym, wał główny napędzany jest silnikiem krokowym. Obrotnica jest połączona z wałem głównym, rowkiem bębna oraz krawędzią stołu obrotowego. Na stole obrotowym zaprojektowano co najmniej obwodowy, pierścieniowy rowek stożkowy. Szerokość przekroju próbki jest

taka sama jak szerokość dolnej krawędzi stożkowego rowka na dysku. Przekrój próbki może być prostokątny, trójkątny, trapezowy i stożkowy. Kołek jest połączony z dobrze nasmarowanym wałkiem ślizgowym, a do wałka ślizgowego przykładana się pionowe obciążenie tak, że kołek jest w bliskim kontakcie z próbką na krążku. Ten rodzaj struktury współpracy może skutecznie zapobiegać podłużnemu przemieszczaniu się próbki podczas ruchu. Drugim powodem jest to, że może zwiększyć sztywność tarczy podczas obrotu, poprawiając w ten sposób stabilność testera tarcia i zużycia oraz dokładność testu.

W opisie zgłoszenia patentowego [PL396512A1](#) przedstawiono tribometr do badań frettingu typu trzpień będący tarczą z mechanicznym układem wymuszającym ruch oscylacyjny, który zapewnia styk płaski: próbki ruchomej – tarczy i nieruchomej – trzpienia. Tarcza umocowana jest na wymiennym obrotowym stoliku. W urządzeniu realizowany jest ruch oscylacyjny (wahadłowy) uzyskiwany przez mechanizm przegubowy o zmiennej geometrii. Urządzenie wyposażone jest w komutatorowy silnik elektryczny z przekładnią walcową, który napędza układ realizujący zmienne obciążenie próbki oraz układ wymuszenia ruchu. Obciążenie w tym układzie wywoływane jest przez membranowy siłownik dwustronnego działania współpracujący ze sprężyną. Zadawane obciążenie może być zarówno stałe, jak i zmienne. Obciążenie przenoszone jest w miejsce styku poprzez dźwignię i zamocowaną w niej próbkę nieruchomą (trzpień). Zmiana amplitudy ruchu oscylacyjnego dokonywana jest przez zmianę położenia przegubu na dźwigni łukowej i waha się w zakresie od $\pm 0,01$ rad do $\pm 0,06$ rad. Dopuszczalna zmiana promienia tarcia (odległość trzpienia od środka stolika) wynosi $0 \div 30$ mm.

Z kolei w opisie wzoru użytkowego [PL64271Y1](#) przedstawiono stanowisko do badania zużycia ściernego przy zmiennych obciążeniach w warunkach zawieszin przemysłowych, składające się z wału napędowego napędzanego poprzez przekładnię pasową i ułożyskowanego na łożyskach kulkowych oraz obciążników, trzpieni prowadzących i przegubów, charakteryzuje się tym, że na wale napędowym w górnej jego części znajduje się przekładnia pasowa z kołem pasowym i ułożyskowanie składające się z dwóch łożysk kulkowych, które umocowane są w tulei, zaś tuleja umocowana jest w korpusie głowicy, w dolnej części wału napędowego umocowane są dwie tarcze prowadzące, w których umieszczone są suwliwie po obwodzie trzpienie w liczbie od jednego do sześciu, obciążane obciążnikami o regulowanej masie, przy czym w dolnej części trzpieni prowadzących umocowane są uchwyty, przegubowe, do których umocowane są próbki, zaś w tarczy obrotowej umocowana jest podkładka, korzystnie z elastycznego materiału, na której znajduje się tarcza, a na nią doprowadzana jest zawieszina ścierna.

Z katalogu firmy TABER INDUSTRIES znany jest [tribotester Linear Abraser \(Abrader\)](#) – Model 5750, pozwalający na prowadzenie badań zużycia w ruchu posuwisto-zwrotnym. Firma oferuje wymienne nasadki testowe – tuleję Wearase, zestaw Crockmeter Kit, uniwersalną nasadkę, pady ścierne Scotchbrite, nasadkę z wełny stalowej, szczotkę mosiężną czy klin testowy. Za każdym razem są one mocowane do ramienia wałka pokonującego ścieżkę zużycia. Nie ma jedna możliwości szybkiego przebrojenia urządzenia – nakładki mocowane są pojedynczo, a chęć wymiany narzędzia związana jest z całkowitym demontażem zamocowanej przeciwpróbki. Producent nie zapewnił możliwości nagrzewania i kontrolowania temperatury przeciwpróbki.

Znane są rozwiązania komercyjne tribotesterów. Wśród nich pojawia się T-01M typu trzpień-tarcza. Urządzenie T-01M ze skojarzeniem trzpień-tarcza (lub kula-tarcza) przeznaczone jest do oceny właściwości tribologicznych materiałów używanych na ślizgowe elementy maszyn. Za jego pomocą może być zbadana odporność na zużycie i współczynnik tarcia dowolnego skojarzenia materiałowego, pracującego w ruchu ślizgowym, w zależności od prędkości poślizgu i nacisków powierzchniowych. Urządzenie T-01M umożliwia prowadzenie badań zgodnie z wymogami norm ASTM G 99 oraz DIN 50324 (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/561t-01m.pdf>).

Aparat czterokulowy T-02U przeznaczony jest do wyznaczania właściwości przeciwzatarciowych i przeciwzużyciowych środków smarowych i materiałów konstrukcyjnych, a także powierzchniowej trwałości zmęczeniowej (odporności na pitting), z możliwością badań w podwyższonej temperaturze. W zakresie wyznaczania właściwości przeciwzatarciowych i przeciwzużyciowych urządzenie T-02U umożliwia prowadzenie badań według metod opisanych w następujących normach: PN-76/C-04147, ASTM D 2783, ASTM D 2596, ASTM D 4172 (Procedura B), ASTM D 2266, IP 239, DIN 51350. Badania powierzchniowej trwałości zmęczeniowej wykonywane są według normy IP 300. Podczas badań właściwości przeciwzatarciowych i przeciwzużyciowych skojarzenie badawcze składa się z trzech unieruchomionych w uchwycie kulek łożyskowych, dociskanych z żądaną siłą do górnej kulki. Kulka zamocowana jest we wrzecionie obracającym się z zadaną prędkością. Uchwyt zaopatrzony jest w element grzejny (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/571t-02u.pdf>).

Urządzenie T-05 przeznaczone jest do badania właściwości tribologicznych środków smarowych takich jak smary stałe, oleje, smary plastyczne, a także odporności na zużycie materiałów używanych na ślizgowe elementy maszyn. Urządzenie T-05 umożliwia prowadzenie badań zgodnie z wymogami następujących norm: ASTM D 2981, ASTM D 3704, ASTM G 77 oraz ASTM D 2714. Skojarzenie badawcze składa się z nieruchomej próbki (klocka), wykonanej z badanego materiału, dociskanej zadana siłą P do rolki obracającej się z zadana prędkością w jednym kierunku lub wykonującej ruch oscylacyjny (rewersyjny) z odpowiednią częstotliwością i amplitudą. Badany styk może być skoncentrowany (liniowy) lub rozłożony. Para trąca umieszczona jest wewnątrz zbiornika wyposażonego w element grzejny, co umożliwia podgrzanie badanego oleju do zadanej temperatury przed biegiem. Temperatura klocka jest mierzona za pomocą termopary, której końcówka pomiarowa umieszczona jest w specjalnym otworze (<http://www.tribologia.eu/ptt/inst/rad/T-05.pdf>).

Urządzenie T-07 przeznaczone jest do oceny odporności na zużycie materiałów konstrukcyjnych podczas tarcia o luźne, suche ścierniwo, zgodnie z wymogami normy GOST 23.208-79.

Skojarzenie testowe składa się z próbki (płytki) wykonanej z badanego materiału oraz przeciwpróbki (rolki) posiadającej gumowy pierścień, obracającej się z zadana prędkością n. Płytkę dociskana jest do rolki odpowiednią siłą. Cząstki ściernie podawane są grawitacyjnie do strefy styku. Badanie polega na tym, że w jednakowych warunkach pracy (prędkość n i obciążenie P) dokonuje się tarcia próbek, wykonywanych z badanego i wzorcowego materiału, o cząstki ściernie podawane do strefy styku oraz wykonuje pomiar i porównanie zużycia masowego próbek – wzorcowej i z badanego materiału.

Tester T-07 wyposażony jest w sterownik pozwalający na automatyczne zatrzymywanie silnika napędowego po osiągnięciu zadanej drogi tarcia (liczby obrotów rolki) (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/591t-07.pdf>).

Urządzenie T-10 przeznaczone jest do oceny właściwości tribologicznych nowoczesnych materiałów używanych na ślizgowe elementy maszyn, przede wszystkim cienkich powłok. Za pomocą urządzenia T-10 można precyzyjnie zbadać odporność na zużycie i współczynnik tarcia dowolnego skojarzenia materiałowego pracującego w ruchu ślizgowym, w zależności od prędkości poślizgu, nacisków powierzchniowych i innych czynników. Badania są prowadzone głównie w warunkach tarcia suchego. Urządzenie T-10 umożliwia prowadzenie badań zgodnie z wymogami norm ASTM G 99 i DIN 50324. Skojarzenie badawcze składa się z nieruchomej kuli dociskanej siłą do obracającej się z zadana prędkością tarczy. Tarcza wykonana jest z badanego materiału. W przypadku badań powłok są one nanoszone na tarczę. Możliwe są dwie konfiguracje styku testowego – z pionową osią obrotów tarczy oraz z osią poziomą, które można uzyskiwać po prostej wymianie układu obciążającego węzeł tarcia. W wyniku realizacji projektu w ramach programu COST 516 Tribology Action wykazano, że wskazane jest usuwanie w czasie biegu cząstek zużycia ze strefy kontaktu ciernego, np. za pomocą przedmuchu suchym argonem. Poprawia to stabilność i powtarzalność uzyskiwanych charakterystyk tribologicznych. Wyposażenie do przedmuchu argonem dostarczane jest jako opcja (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/611t-10.pdf>).

Urządzenie T-11 ze skojarzeniem trzpień-tarcza (lub kula-tarcza) przeznaczone jest do oceny właściwości tribologicznych środków smarowych oraz materiałów używanych na ślizgowe elementy maszyn pracujące w podwyższonej temperaturze. Za jego pomocą może być zbadana odporność na zużycie i współczynnik tarcia dowolnego skojarzenia materiałowego pracującego w ruchu ślizgowym, w zależności od obecności i rodzaju środka smarowego, temperatury otoczenia węzła tarcia, prędkości poślizgu, nacisków powierzchniowych, rodzaju gazu w komorze testowej i innych czynników. Urządzenie jest w szczególności przeznaczone do badań tribo-chemicznych w warunkach smarowania granicznego. Skojarzenie badawcze składa się z nieruchomego trzpienia (lub kuli) dociskanego siłą do obracającej się z zadana prędkością tarczy. Węzeł tarcia umieszczony jest w izolowanej komorze zaopatrzonej w element grzejny H pozwalający na podgrzewanie i utrzymywanie stałej temperatury we wnętrzu komory badawczej. Istnieje możliwość badań w atmosferze kontrolowanej poprzez wprowadzanie gazu do komory badawczej (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/621t-11.pdf>).

Urządzenie T-12UM przeznaczone jest do badania wpływu środków smarowych i materiałów konstrukcyjnych na różne formy destrukcji kół zębatych walcowych, w szczególności na zacieranie i powierzchniowe zużycie zmęczeniowe (pitting, mikropitting). Przekładnia testowa składa się z pary kół zębatych znanych jako koła testowe FZG typu „A”, „C-PT”, lub „GF/C” obciążanych zadana momentem i obracających się z zadana prędkością w kierunku (duże koło) zgodnym lub przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, w zależności od metody badawczej. Badany olej można przed biegiem podgrzać do zadanej temperatury, przy czym istnieje możliwość stabilizacji temperatury w czasie biegu, stosując

dostarczony wymiennik ciepła. Przekładnia smarowana jest zanurzeniowo bądź natryskowo – za pomocą dostarczonego układu smarowania obiegowego. Urządzenie T-12UM wyposażone jest w system sterująco-pomiarowy wraz z programem komputerowym, umożliwiającym podgląd, rejestrację oraz zdalny monitoring następujących parametrów testu oraz wielkości mierzonych: moment tarcia, moment obciążający, temperatura oleju smarującego przekładnię testową, prędkość obrotowa silnika, liczba obrotów silnika, czas trwania badania, poziom drgań. Urządzenie dostarczane jest wraz z precyzyjną wagą (komparatorem mas) i suszarką laboratoryjną do podgrzewania kół testowych w celu ułatwienia ich montażu (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/62at-12.pdf>).

Urządzenie T-13 przeznaczone jest do wyznaczania właściwości przeciw zużyciowych środków smarowych. Właściwości te charakteryzowane są tzw. naciskiem Bruggera. Zaletą testu jest krótki czas (30 s) oraz niski koszt urządzenia. Można go zatem wykorzystywać np. w celach demonstracyjnych dla szybkiego pokazania efektywności działania środków smarowych. Urządzenie T-13 umożliwia prowadzenie badań zgodnie z wymogami normy DIN 51347. Skojarzenie testowe składa się z dwóch cylindrów o osiach skrzyżowanych pod kątem 90°. Nieruchomy, górny cylinder (rolka) dociskany jest zadaną siłą P do dolnego cylindra (pierścienia) obracającego się z prędkością n. Po wykonaniu badania oblicza się tzw. nacisk Bruggera, dzieląc obciążenie przez pole śladu zużycia powstałego na rolce. Tester T-13 wyposażony jest w sterownik pozwalający na automatyczne zatrzymywanie silnika napędowego po osiągnięciu zadanej drogi tarcia (liczby obrotów rolki). Sterownik silnika umożliwia dodatkowo pomiar i regulację prędkości obrotowej rolki (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/701t-13.pdf>).

Urządzenie T-15 przeznaczone jest do oceny właściwości tribologicznych materiałów używanych na ślizgowe elementy maszyn oraz środków smarowych, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów przeznaczonych na uszczelnienia czołowe, a także skojarzeń metalowo-polimerowych. Za jego pomocą może być zbadana odporność na zużycie i współczynnik tarcia skojarzenia materiałowego pracującego w ruchu ślizgowym, w zależności od temperatury otoczenia węzła tarcia, obecności i rodzaju środka smarowego, prędkości poślizgu, nacisków powierzchniowych, rodzaju gazu w komorze testowej i innych czynników. Urządzenie T-15 umożliwia prowadzenie badań zgodnie z wymogami normy GOST 23.210-80. Skojarzenie badawcze składa się z nieruchomego pierścienia dociskanego siłą do obracającej się z zadaną prędkością tarczy. Węzeł tarcia umieszczony jest w izolowanej komorze zaopatrzonej w element grzejny, pozwalający na podgrzewanie i utrzymywanie stałej temperatury we wnętrzu komory badawczej. Istnieje możliwość badań w atmosferze kontrolowanej poprzez wprowadzanie gazu do komory badawczej (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/631t-15.pdf>).

Urządzenie T-17 przeznaczone jest do badania charakterystyk tribologicznych skojarzeń materiałowych współpracujących ślizgowo w ruchu posuwisto-zwrotnym, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów przeznaczonych na elementy protez stawów człowieka, np. polimerów. Urządzenie T-17 umożliwia prowadzenie badań zgodnie z wymogami normy ASTM F 732. Skojarzenie badawcze składa się z nieruchomego trzpienia dociskanego siłą do płytki wykonującej ruch posuwisto-zwrotny z zadaną częstotliwością i amplitudą. Środek smarowy może być podawany do strefy styku w układzie obiegowym, wyposażonym w pompkę perystaltyczną, układ podgrzewania i filtr (wyposażenie dodatkowe – opcja) (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/641t-17.pdf>).

Urządzenie T-20 ze skojarzeniem kula-płytką przeznaczone jest do badania odporności na zużycie ściernie oraz współczynnika tarcia powłok i materiałów konstrukcyjnych. Zużycie liniowe mierzone jest w czasie biegu w sposób ciągły za pomocą przetwornika przemieszczeń. Można też wyznaczyć zużycie objętościowe na podstawie zmierzonej (np. profilografometrem) głębokości „krateru” powstałego na płytce w wyniku tarcia. Węzeł tarcia składa się z nieruchomej płytki wykonanej z badanego materiału, z ewentualnie naniesioną na nią badaną powłoką, oraz ze stalowej kulki obracającej się z zadaną prędkością. Płytkę dociskana jest do kulki zadaną siłą. Unikatową cechą urządzenia jest możliwość badania w otoczeniu zawiesiny ścierniej, co eliminuje wpływ wilgotności i temperatury otoczenia na uzyskane wyniki. Zawiesina ścierna jest mieszana w czasie biegu mieszadłem i podawana, za pomocą pompki perystaltycznej, do strefy kontaktu ciernego. Mieszadło i pompka stanowią wyposażenie opcjonalne. Sztywne zamocowanie kulki we wrzecionie umożliwia precyzyjny pomiar jej prędkości obrotowej, a co za tym idzie także drogi tarcia mierzonej liczbą obrotów kulki (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/661t-20.pdf>).

Urządzenie T-21 przeznaczone jest do oceny właściwości tribologicznych materiałów przeznaczonych na elementy trące pracujące w wysokiej temperaturze. Za jego pomocą może być zbadana odporność na zużycie i współczynnik tarcia dowolnego skojarzenia materiałowego, pracującego w ruchu

ślizgowym, w zależności od temperatury otoczenia wężła tarcia, prędkości poślizgu, nacisków powierzchniowych i innych czynników. Skojarzenie badawcze składa się z nieruchomej kuli dociskanej siłą do obracającej się z zadaną prędkością tarczy. Tarcza wykonana jest z badanego materiału. W przypadku badania powłoki nanosi się ją na powierzchnię tarczy. Węzeł tarcia umieszczony jest w izolowanej komorze zaopatrzonej w element grzewczy H pozwalający na podgrzewanie i utrzymywanie stałej temperatury we wnętrzu komory badawczej. Urządzenie T-21 wyposażone jest w system pomiarowo-sterujący, w skład którego wchodzi: zestaw przetworników pomiarowych, sterownik, cyfrowy wzmacniacz pomiarowy, komputer z zainstalowanym specjalnym programem pomiarowo-sterującym (<https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/images/karty/671t-21.pdf>).

Problemem technicznym do rozwiązania jest prowadzenie badań zużyciowych przy dowolnym kształcie ścieżki tarcia określonej poprzez program.

Przedmiotem wynalazku jest tribotester sterowany numerycznie, posiadający podstawę w kształcie płyty. Jego istotą jest to, że do dwóch przeciwległych boków podstawy zamocowane są pierwszy blok mocujący oraz drugi blok mocujący, pomiędzy którymi zamocowane są do podstawy prowadnice liniowe pierwszej osi oraz pierwsza śruba pociągowa, która swoim końcem zamocowana jest do wału pierwszego silnika napędowego pierwszej osi przymocowanego do pierwszego bloku mocującego podstawy. Na pierwszej śrubie pociągowej osadzona jest pierwsza nakrętka mechanizmu śrubowo-tocznego przymocowana w centralnej części do łącznika krzyżowego osadzonego na prowadnicach liniowych pierwszej osi za pomocą zespołu wózków liniowych pierwszej osi. Na łączniku krzyżowym za pomocą zespołu wózków liniowych drugiej osi zamocowane są prowadnice liniowe drugiej osi ułożonej prostopadle do osi przesuwu prowadnic liniowych pierwszej osi. Na prowadnicach liniowych drugiej osi zamocowana jest platforma przesuwna, do której dwóch przeciwległych boków zamocowane są trzeci blok mocujący oraz czwarty blok mocujący, pomiędzy którymi zamocowana jest druga śruba pociągowa, która swoim końcem zamocowana jest do wału drugiego silnika napędowego przymocowanego do trzeciego bloku mocującego przesuwną platformę, zaś na drugiej śrubie pociągowej osadzona jest druga nakrętka mechanizmu śrubowo-tocznego przymocowana w centralnej części do łącznika krzyżowego. Do górnych powierzchni pierwszego bloku mocującego oraz drugiego bloku mocującego podstawy zamocowane są kolumny prowadzące z zamocowanymi do nich przesuwne łożyskami liniowymi w obudowie, pomiędzy którymi zamocowana jest belka głowicy z zamocowaną do niej od strony przesuwną platformę głowicą tribotestera do mocowania przeciwpróbki. Na belce głowicy znajduje się odważnik. Pierwszy silnik napędowy pierwszej osi oraz drugi silnik napędowy drugiej osi podłączone są do panelu sterującego z wyświetlaczem.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest prowadzenie badań zużyciowych przy dowolnym kształcie ścieżki tarcia określonej poprzez program, co zapewni odwzorowanie skomplikowanych warunków tarcia.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

fig. 1 – Tribotester w widoku izometrycznym z góry,

fig. 2 – Tribotester w widoku z góry,

fig. 3 – Tribotester w przekroju wzdłuż linii A-A z fig. 2.

Tribotester w przykładzie wykonania składa się z podstawy 1, do której dwóch przeciwległych boków zamocowane są pierwszy blok mocujący 1.1 oraz drugi blok mocujący 1.2. Pomiędzy blokami mocującymi do podstawy 1 zamocowane są prowadnice liniowe pierwszej osi 2 oraz pierwsza śruba pociągowa 3, która ułożona jest pomiędzy prowadnicami liniowymi pierwszej osi 2 i równolegle do nich. Pierwsza śruba pociągowa 3 na swoim końcu zamocowana jest do wału silnika napędowego pierwszej osi 4 przymocowanego do pierwszego bloku mocującego 1.1. Na pierwszej śrubie pociągowej 3 osadzona jest pierwsza nakrętka mechanizmu śrubowo-tocznego 5 przymocowana w centralnej części do łącznika krzyżowego 6 osadzonego na prowadnicach liniowych pierwszej osi 2 za pomocą zespołu wózków liniowych pierwszej osi 7. Na łączniku krzyżowym 6 za pomocą zespołu wózków liniowych 9 zamocowane są prowadnice liniowe drugiej osi 8 o osi przesuwu prostopadłej do osi przesuwu prowadnic liniowych pierwszej osi 2. Na prowadnicach liniowych drugiej osi 8 zamocowana jest przesuwna platforma 10, do której dwóch przeciwległych boków zamocowane są trzeci blok mocujący 10.1 oraz czwarty blok mocujący 10.2, pomiędzy którymi zamocowana jest druga śruba pociągowa 12, która swoim końcem zamocowana jest do wału drugiego silnika napędowego 18 przymocowanego do trzeciego bloku mocującego 10.1. Na drugiej śrubie pociągowej 12 osadzona jest druga nakrętka mechanizmu śrubowo-tocznego 11 przymocowana w centralnej części do łącznika krzyżowego 6. Do górnej

powierzchni pierwszego bloku mocującego 1.1 podstawy 1 zamocowane są kolumny prowadzące 13 z zamocowanymi przesuwne łożyskami liniowym w obudowie 14, pomiędzy którymi zamocowana jest belka głowicy 15 z zamocowaną do niej od strony przesuwnej platformy 10 głowicą tribotestera 16 do mocowania przeciwpróbki 17, tworzącej parę ciernią z próbką 21. Na belce głowicy 15 znajduje się odważnik 20. Próbka 21 przymocowana do przesuwnej platformy 10 porusza się zgodnie z programem wprowadzonym i wyświetlonym na panelu sterującym z wyświetlaczem 19.

Działanie tribotestera sterowanego numerycznie polega na tym, że dowolna ścieżka tarcia wykonywana przez próbkę 21 możliwa jest dzięki zamocowaniu jej do przesuwnej platformy 10 poruszanej na zespole wózków liniowych pierwszej osi 7 i drugiej osi 9 sterowanej programem wprowadzonym i wyświetlonym na panelu sterującym z wyświetlaczem 19.

Wykaz oznaczeń:

1. Podstawa
- 1.1. Pierwszy blok mocujący
- 1.2. Drugi blok mocujący
2. Prowadnice liniowe pierwszej osi
3. Pierwsza śruba pociągowa
4. Pierwszy silnik napędowy
5. Pierwsza nakrętka mechanizmu śrubowo tocznego
6. Łącznik krzyżowy
7. Zespół wózków liniowych pierwszej osi
8. Prowadnice liniowe drugiej osi
9. Zespół wózków liniowych drugiej osi
10. Przesuwna platforma
- 10.1. Trzeci blok mocujący
- 10.2. Czwarty blok mocujący
11. Druga nakrętka mechanizmu śrubowo tocznego
12. Druga śruba pociągowa
13. Kolumna prowadząca
14. Łożysko liniowe w obudowie
15. Belka głowicy
16. Głowica tribotestera
17. Przeciwpróbka
18. Drugi silnik napędowy
19. Panel sterujący z wyświetlaczem
20. Odważnik
21. Próbka

Zastrzeżenie patentowe

1. Tribotester sterowany numerycznie, posiadający podstawę (1) w kształcie płyty **znamienny tym**, że do dwóch przeciwległych boków podstawy (1) zamocowane są pierwszy blok mocujący (1.1) oraz drugi blok mocujący (1.2), pomiędzy którymi zamocowane są do podstawy (1) prowadnice liniowe pierwszej osi (2) oraz pierwsza śruba pociągowa (3), która swoim końcem zamocowana jest do wału pierwszego silnika napędowego (4) pierwszej osi przymocowanego do pierwszego bloku mocującego (1.1) podstawy (1), **zaś** na pierwszej śrubie pociągowej (3) osadzona jest pierwsza nakrętka (5) mechanizmu śrubowo tocznego przymocowana w centralnej części do łącznika krzyżowego (6) osadzonego na prowadnicach liniowych (2) pierwszej osi za pomocą zespołu wózków liniowych (7) pierwszej osi, **natomiast** na łączniku krzyżowym (6) za pomocą zespołu wózków liniowych (9) drugiej osi zamocowane są prowadnice liniowe (8) drugiej osi ułożonej prostopadle do osi przesuwu prowadnic liniowych (2) pierwszej osi **tudzież** na prowadnicach liniowych (8) drugiej osi zamocowana jest platforma przesuwna (10), do której dwóch przeciwległych boków zamocowane są trzeci blok mocujący (10.1) oraz czwarty blok mocujący (10.2), pomiędzy którymi zamocowana jest druga śruba pociągowa (12), która swoim końcem zamocowana jest do wału drugiego silnika napę-

dowego (18) przymocowanego do trzeciego bloku mocującego (10.1) przesuwnej platformy (10), zaś na drugiej śrubie pociągowej (12) osadzona jest druga nakrętka mechanizmu śrubowo tocznego (11) przymocowana w centralnej części do łącznika krzyżowego (6), **zaś** do górnych powierzchni pierwszego bloku mocującego (1.1) oraz drugiego bloku mocującego (1.2) podstawy (1) zamocowane są kolumny prowadzące (13) z zamocowanymi do nich przesuwne łożyskami liniowymi w obudowie (14), pomiędzy którymi zamocowana jest belka głowicy (15) z zamocowaną do niej od strony przesuwnej platformy (10) głowicą tribotestera (16) do mocowania przeciwpróbki (17), przy czym na belce głowicy (15) znajduje się odważnik (20), **natomiast** pierwszy silnik napędowy (4) pierwszej osi oraz drugi silnik napędowy (18) drugiej osi podłączone są do panelu sterującego z wyświetlaczem (19).

Rysunki

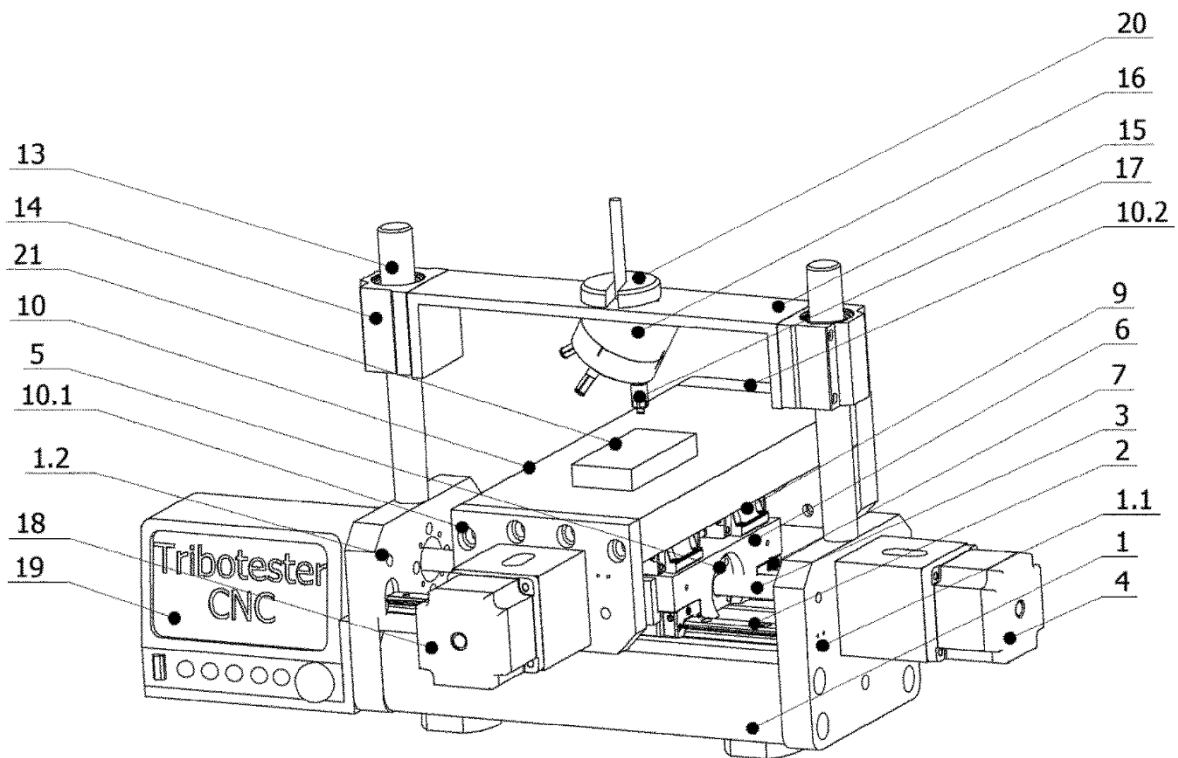


fig. 1

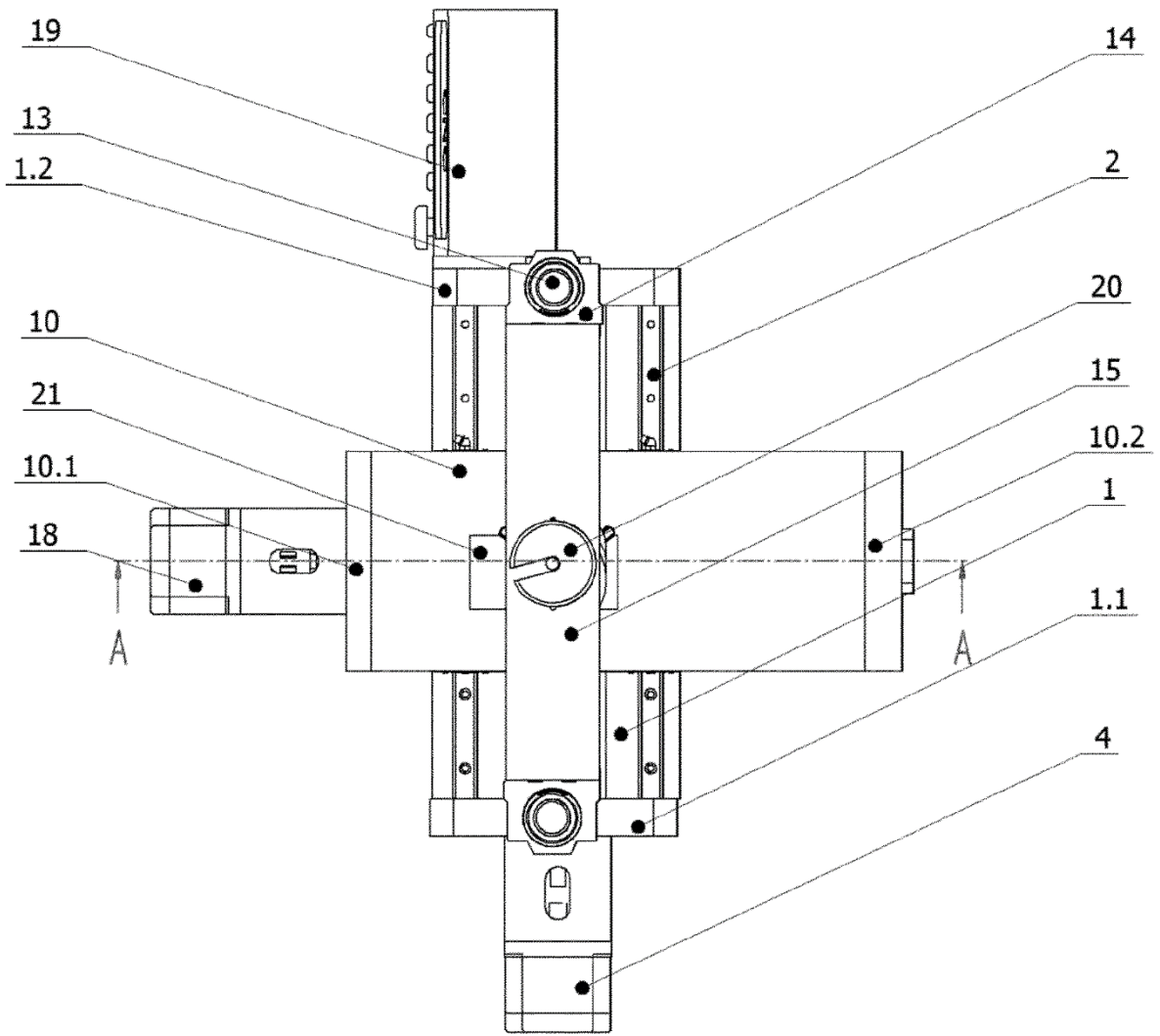


fig. 2

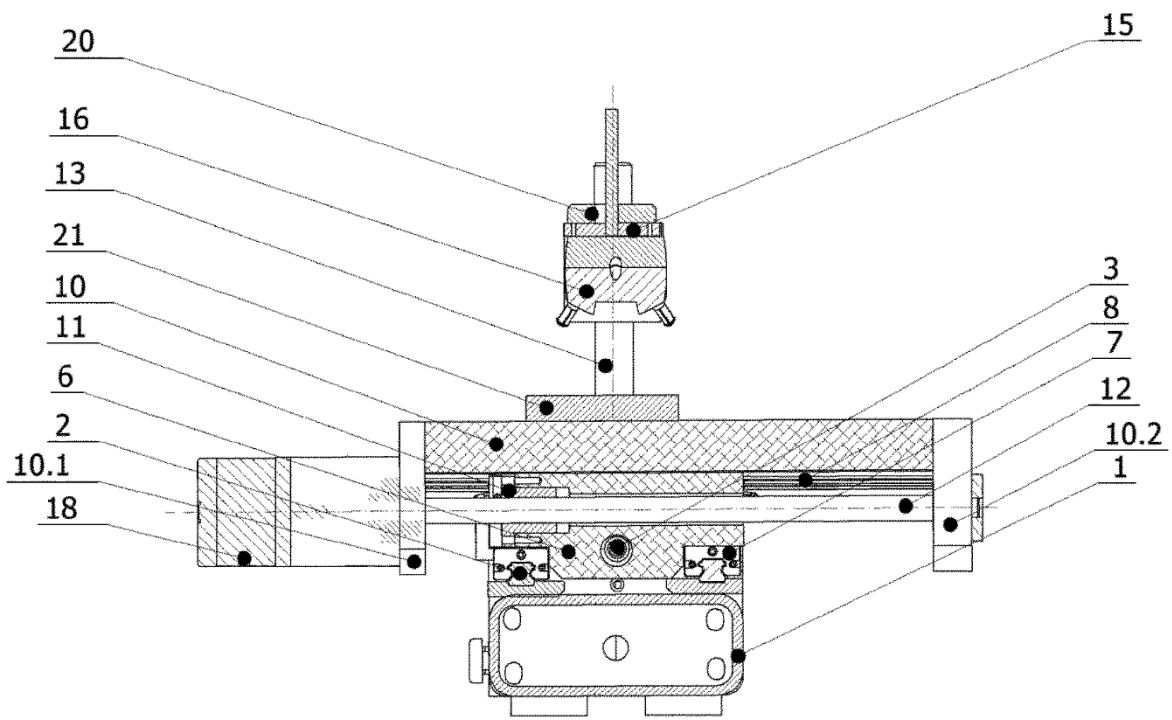


fig. 3