

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **240422**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428681**

(22) Data zgłoszenia: **25.01.2019**

(51) Int.Cl.

**G01M 13/04 (2019.01)**

**G01L 5/00 (2006.01)**

**G01L 3/00 (2006.01)**

(54) **Urządzenie do badania momentów oporowych w łożyskach stożkowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**26.08.2019 BUP 18/19**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**04.04.2022 WUP 14/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA, Kielce, PL**  
**FABRYKA ŁOŻYSK TOCZNYCH KRAŚNIK**  
**SPÓŁKA AKCYJNA, Kraśnik, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**STANISŁAW ADAMCZAK, Kielce, PL**  
**MATEUSZ WRZOCHAL, Kielce, PL**  
**RYSZARD DOMAGALSKI, Kielce, PL**  
**HENRYK ŁOMŻA, Kraśnik, PL**  
**RYSZARD ŁUSZCZAK, Kraśnik, PL**  
**KRZYSZTOF MIŚKIEWICZ, Kraśnik, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Kamil Kot**

**PL 240422 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do badania momentów oporowych w łożyskach tocznych stożkowych.

Biorąc pod uwagę powszechność stosowania łożysk tocznych w motoryzacji, obrabiarkach, urządzeniach transportowych, maszynach rolniczych, czy w sprzęcie gospodarstwa domowego, producenci łożysk dążą stale do minimalizacji oporów tarcia w łożyskach, co jest działaniem w kierunku zmniejszenia zużycia energii potrzebnej do napędu ułożyskowanych elementów obrotowych w różnego rodzaju maszynach, urządzeniach i pojazdach.

Możliwość precyzyjnego pomiaru momentów oporowych występujących w łożyskach tocznych, a także znajomość zależności ich wartości od warunków w jakich łożyska te pracują, w tym od takich czynników jak: obroty i obciążenia umożliwia projektantom maszyn i urządzeń optymalny dobór łożysk w określonych węzłach konstrukcyjnych, zaś producentom łożysk pozwala na ocenę ich jakości i wybór trafnych kierunków udoskonalania ich konstrukcji.

Znane urządzenia stosowane do pomiaru momentów oporowych w łożyskach tocznych są zbudowane z zespołów odpowiedzialnych za realizację określonych funkcji niezbędnych do wykonania pomiarów i prowadzenia badań łożysk. Należą do nich takie zespoły jak: głowica badawcza, napęd łożyska, zespoły obciążeń, zespół pomiaru i obróbki danych pomiarowych, system sterowania i monitoringu oraz korpus lub szkielet spinający w/w zespoły w całość.

Z polskiego opisu patentowego nr 214217 znany jest sposób pomiaru statycznych i dynamicznych momentów oporowych w łożyskach tocznych zwłaszcza małych i średniogabarytowych. Badane łożysko jest osadzone pierścieniem wewnętrznym na cylindrycznym wałku obracającym przez precyzyjne wrzeciono, a pierścień zewnętrzny poprzez nałożoną na niego cienkościenną obudowę jest obciążany siłami wzdłużną i poprzeczną za pomocą elastycznych cięgien współpracujących z modułami obciążeń i siłomierzami kontrolującymi wartości sił obciążających. Uruchomienie napędu wrzeciona i tym samym obracanie się pierścienia wewnętrznego powoduje, że opory tarcia występujące w obciążonym łożysku wywołują moment sił usiłujących spowodować obrót pierścienia zewnętrznego wraz z obudową, co uwiadacza się w różnicy wskazań siłomierzy mierzących obciążenie poprzeczne.

Zasada pomiaru momentu oporowego w łożysku polega na mierzeniu i rejestrowaniu różnic wskazań siłomierzy w różnych fazach obrotu pierścienia wewnętrznego, a miarą momentu oporowego jest iloczyn różnicy wskazań siłomierzy i połowy średnicy obudowy badanego łożyska.

Jednak ten sposób pomiaru momentu oporowego nie może znaleźć zastosowania dla łożysk ze swobodnie oddzielanym od łożyska pierścieniem zewnętrznym takich jak na przykład łożyska stożkowe, gdyż dla takich łożysk obciążenia za pomocą elastycznych cięgien mogą powodować przekaszanie pierścieni łożyskowych względem siebie. Ponadto obciążenia za pomocą cięgien nie mogą być zastosowane dla szerokiego zakresu wymiarowego łożysk, a w szczególności dla łożysk o większych wymiarach gabarytowych, dla których ciężko nie byłoby w stanie zapewnić często bardzo dużych wartości obciążeń.

Urządzenie do badania momentów oporowych w łożyskach stożkowych zawierające napęd wrzeciona z płynną regulacją prędkości obrotowej oraz zespół obciążenia osiowego, charakteryzuje się tym, że zbudowane jest z pionowej tulei z kołnierzem do osadzenia testowanego łożyska jego pierścieniem wewnętrznym, posadowionej płaską, spodnią stroną kołnierza na poziomej płycie blatu stolika pomiarowego, którego podstawa jest ustalona wkładką i zamocowana centralnie na powierzchni stołu obrotowego łożyskowanego aerostatycznie, umocowanego pośrodku poziomej płyty pomiarowej. Do podstawy stolika pomiarowego jest przykręcona promieniowo listwa, która dotyka końcówkę pomiarową siłomierza osadzonego w zespole pomiarowym umożliwiającym kontakt końcówki pomiarowej siłomierza z listwą, wywierającą nacisk na siłomierz, posadowionym obok stołu obrotowego na płycie pomiarowej, przy czym płyta pomiarowa jest osadzona przesuwnie na czterech pionowych kolumnach za pośrednictwem łożysk kulkowych liniowych, przesuwających się wzdłuż kolumn. Na kolumnach zespołowych w konstrukcję nośną z poziomą płytą dolną oraz z płytą pośrednią zespoloną powyżej płyty dolnej i płytą górną zespoloną z kolumnami na ich górnych końcach jest umocowana, powyżej płyty pomiarowej, przesuwna klatka zbudowana z poziomych, równoległych do siebie, płyty wierzchniej i płyty spodniej zespolonych korzystnie trzema słupkami dystansowymi i osadzonych w swoich narożach na rurach prowadzonych na kolumnach za pośrednictwem par łożysk kulkowych liniowych. Płyta wierzchnia jest zespolona u góry za pośrednictwem belki z tłoczyskiem siłownika zamocowanego pionowo na płycie górnej, a na płycie spodniej jest zainstalowany napęd obrotowy wrzeciona umocowanego pionowo

w płycie spodniej, z którego końcówką wałka skierowanego w dół jest połączony, poprzez sprzęgło, cylindryczny element o kształcie odwróconego kubka nasunięty od góry na pierścień zewnętrzny testowanego łożyska. Wrzeciono jest napędzane poprzez przekładnię pasową od serwomotora zawieszonego na osadzonym obrotowo w płytach wsporniku zapewniającym szeroki zakres możliwości dopasowania położenia serwomotora względem wrzeciona, a odpowiednie napięcie paska przekładni zapewnia napinacz umocowany w klatce do jednej z rur prowadzonych na kolumnach.

Korzystnie, pośrodku nieruchomej płyty pośredniej jest zamocowany siłomierz, z którego końcówką pomiarową współpracuje kulka oparta od góry na wkładce ustalonej razem z kulą w trzpieniu, zamocowanym na spodniej powierzchni przesuwnej płyty pomiarowej.

Korzystnie, w płaskim spodnim czole kołnierza tulei jest ustalony, wystający nad czoło, kołek bazujący wsunięty w jeden z otworów w blacie stolika pomiarowego, korzystnie odpowiedni swoim położeniem dla określonej wielkości wymiarowej wymiennej tulei.

Korzystnie, na obwodzie górnej powierzchni kołnierza tulei jest obniżenie, z osadzonym w nim luźno pierścieniem, który korzystnie wystaje poza średnicę kołnierza tulei.

Korzystnie, wokół blatu stolika pomiarowego są rozmieszczone mimośrodowe elementy przeznaczone do centrowania blatu i elementy przeznaczone do poziomowania blatu.

Korzystnie, osie symetrii siłownika, wrzeciona testowanego łożyska, stolika pomiarowego z blatem, stołu obrotowego, trzpienia z kulą i siłomierza znajdują się w jednej pionowej linii, jednakowo oddalonej od wszystkich czterech kolumn.

Korzystnie, w dolną płytę konstrukcji nośnej wkręcone są od spodu regulowane stopki antywibracyjne.

Podczas testu stół obrotowy łożyskowany aerostatycznie o dużej nośności przewyższającej wywierane na niego obciążenia, ma za zadanie nie stawiania oporu pierścieniowi wewnętrznemu łożyska związanego ze stołem obrotowym poprzez stół pomiarowy, umożliwiając tym samym bezstratny pomiar momentu oporowego generowanego przez łożysko obciążone osiowo siłą odpowiednią do warunków badań i zmuszane do obrotu za pośrednictwem pierścienia zewnętrznego napędzanego z wymaganą – stosownie do warunków badań – prędkością obrotową.

Dla umożliwienia pomiaru wartości siły obciążającej osiowo testowane łożysko, na spodzie płyty pomiarowej jest zamocowany trzpień z kulą i płytką oporową przenoszącą obciążenie wywierane przez płytę na siłomierz umocowany pod trzpieniem na nieruchomej płycie pośredniej. Siła oddziałująca na testowane łożysko równa się wskazaniom siłomierza pomniejszonym o ciężar płyty pomiarowej z umocowanym na niej oprzyrządowaniem pomiarowym.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok z przodu, a fig. 2 przekrój A-A zaznaczony na fig. 1.

Smukła, sztywna konstrukcja nośna **1** jest zbudowana z czterech cylindrycznych kolumn **2** umocowanych pionowo w poziomej płycie dolnej **3** posadowionej na stopkach antywibracyjnych **4** oraz z zespolonej z kolumnami **2** bezpośrednio nad płytą dolną **3**, płyty pośredniej **5** i z płyty górnej **6** zespolonej z kolumnami **2** na górnych ich końcach.

Płyta górna **6** jest platformą mocującą pionowo siłownik pneumatyczny **7** wraz tłoczyskiem **7a** skierowanym w dół. Końcówka tłoczyska **7a** jest zespolona ze sztywną belką **8**, przykręconą od góry do zespołu przesuwnej klatki **9**, którą tworzą dwie równoległe do siebie płyty tj. płyta wierzchnia **9a** i płyta spodnia **9b** zespolone, korzystnie trzema słupkami dystansowymi **9c** i osadzone w swoich narożach na rurach **10** prowadzonych na kolumnach **2**, za pośrednictwem czterech par precyzyjnych kulkowych łożysk liniowych **11**.

Pośrodku płyty spodniej **9b**, w osi siłownika **7** jest umocowane pionowo wrzeciono **12** z wałkiem **12a** skierowanym w dół. Z boku wrzeciona **12** znajduje się serwomotor **13** zawieszony na osadzonym obrotowo w płytach **9a**, **9b** wsporniku **14** zapewniającym szeroki zakres możliwości dopasowania położenia serwomotora **13** względem wrzeciona **12**. Napęd wrzeciona **12** jest realizowany z płynną regulacją obrotów od serwomotora **13** za pośrednictwem przekładni pasowej **15**, której paskowi właściwe napięcie zapewnia napinacz **16** umocowany na jednej z rur prowadzących **10**. Klatka **9** z wrzecionem **12** i napędem tego wrzeciona pełni rolę kompletnego – przesuwnego pionowo – zespołu napędowego oraz rolę pośredniego zespołu przenoszącego w kierunku pionowo w dół, obciążenie generowane przez siłownik **7** dzięki zespoleniu końcówki jego tłoczyska **7a** z klatką **9** poprzez belkę **8**.

Poniżej klatki **9**, nad płytą pośrednią **5** znajduje się pozioma płyta pomiarowa **17** osadzona w narożach na obudowach czterech precyzyjnych kulkowych łożysk liniowych **18** prowadzonych na kolumnach **2**, co zapewnia płycie **17** możliwość płynnego przesuwania się w kierunku góra–dół.

Na płycie pomiarowej **17**, pośrodku, w osi wrzeciona **12** jest zamocowany precyzyjny stół obrotowy **19** łożyskowany aerostatycznie, a na jego powierzchni jest ustalona wkładka **20b** i zamocowana centralnie podstawa zespołu stolika pomiarowego **20** z płaskim blatem **20a** na górze i z rozmieszczonymi wokół blatu **20a** elementami mimośrodowymi **21** do jego centrowania oraz z elementami **22** do jego poziomowania.

Na powierzchni blatu **20a** stolika pomiarowego **20** jest posadowiony i ustalony centralnie zestaw badawczy wymienny na każdy typ testowanego łożyska. Głównym elementem zestawu badawczego jest testowane łożysko **23** osadzone otworem, do oporu, na tulei **24** posiadającej na dole kołnierz z płaskim czołem i obniżeniem na obwodzie górnej powierzchni kołnierza, w którym to obniżeniu jest osadzony luźno płaski pierścień **24a** wystający poza średnicę kołnierza tulei **24**, umożliwiający łatwy demontaż łożyska **23** z tulei **24**. W płaskim czole kołnierza tulei **24** jest ustalony – wystający ponad czoło – cylindryczny kołek bazujący **24b**, który jest wpuszczony w jeden z otworów w blacie **20a**, korzystnie odpowiedni swoim położeniem dla danej wielkości wymiarowej wymiennej tulei **24**.

Górny element zestawu badawczego ma kształt odwróconego cylindrycznego kubka **25** z płaskim dnem, który jest wsunięty od góry do oporu na pierścień zewnętrzny łożyska **23**. Obracanie się kubka **25** zapewnia jego rozłączne zespolenie z końcówką wałka **12a** wrzeciona **12** za pośrednictwem sprzęgła **26**, w którym twarda wkładka oporowa **26b** umożliwia przenoszenie siły osiowej z góry na testowane łożysko **23**.

Do podstawy stolika pomiarowego **20** jest przykręcona promieniowo listwa **27**, a na płycie pomiarowej **17** obok stołu obrotowego **19** łożyskowanego aerostatycznie jest posadowiony i umocowany zespół pomiarowy **28** momentu oporowego z siłomierzem **29** osadzonym w zespole pomiarowym **28** w pozycji umożliwiającej kontakt końcówki pomiarowej siłomierza **29** z listwą **27**.

Nacisk listwy **27** na siłomierz **29** jest wprost proporcjonalny do oporu jaki stawia testowane łożysko **23** obciążone siłą osiową skierowaną pionowo w dół pochodzącą od tłoczyska **7a** siłownika **7** i zmuszane do obrotu przez wrzeciono **12** napędzające kubek **25** połączony poprzez sprzęgło **26** z końcówką wałka **12a** wrzeciona **12**. Miarą momentu oporowego łożyska **23** jest iloczyn wartości siły wywieranej na siłomierz **29** przez listwę **27** i ramienia, które określa odległość od punktu styku siłomierza **29** z listwą **27** do osi stołu obrotowego **19** łożyskowanego aerostatycznie.

Korzystnie, wysoka nośność stołu obrotowego **19** umożliwia bezstratny pomiar momentu oporowego łożyska **23**, gdyż siła nacisku listwy **27** na siłomierz **29** pochodzi niemal wyłącznie od oporów tarcia między elementami wewnątrz łożyska **23** obracającymi się pod obciążeniem osiowym, a opory zewnętrzne pochodzące od elementów ustalających pierścień wewnętrzny łożyska **23** i utrudniające jego obrót są pomijalnie małe.

Pośrodku płyty pomiarowej **17** – na jej spodniej stronie – jest umocowany trzpień **30** z kulką **30a** i twardą wkładką **30b**, który od góry naciska na siłomierz b zamocowany na nieruchomej płycie pośredniej **5**. W czasie testu siłomierz **31** mierzy całkowitą siłę nacisku wywieranego przez płytę pomiarową **17**. Siła ta pomniejszona o ciężar płyty **17** z zamocowanym na niej oprzyrządowaniem pomiarowym jest miarą nacisku osiowego wywieranego na testowane łożysko **23**.

Urządzenie do badania momentów oporowych w łożyskach, poza konstrukcją mechaniczną, jest wyposażone w systemy zasilania, sterowania i kontroli oraz odpowiednie oprogramowanie badawcze. Pozwala to na wykonywanie stabilnych pomiarów przy płynnej zmianie warunków badań, monitorowanie i stabilizowanie parametrów badawczych, a także gromadzenie danych z procesu badawczego, analizę i ocenę wyników pomiarów i przygotowywanie raportów z badań. Systemy zasilania, sterowania i kontroli są zlokalizowane w szafie sterowniczej wyposażonej w pulpit operatorski umożliwiający wykonywanie wszystkich czynności eksploatacyjnych i diagnostycznych urządzenia.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do badania momentów oporowych w łożyskach stożkowych zawierające napęd wrzeciona z płynną regulacją prędkości obrotowej oraz zespół obciążenia osiowego, **znamiennie tym**, że zbudowane jest z pionowej tulei (**24**) z kołnierzem do osadzenia testowanego łożyska (**23**) jego pierścieniem wewnętrznym, posadowionej płaską, spodnią stroną kołnierza na poziomej płycie blatu (**20a**) stolika pomiarowego (**20**), którego podstawa jest ustalona wkładką (**20b**) i zamocowana centralnie na powierzchni stołu obrotowego (**19**) łożyskowanego

aerostatycznie, umocowanego pośrodku poziomej płyty pomiarowej (17), a do podstawy stolika pomiarowego (20) jest przykręcona promieniowo listwa (27), która dotyka końcówkę pomiarową siłomierza (29) osadzonego w zespole pomiarowym (28) umożliwiającym kontakt końcówki pomiarowej siłomierza (29) z listwą (27), wywierającą nacisk na siłomierz (29), przy mocowanym obok stołu obrotowego (19) na płycie pomiarowej (17), przy czym płyta pomiarowa (17) jest osadzona przesuwnie na czterech pionowych kolumnach (2) za pośrednictwem łożysk kulkowych liniowych (18), przesuwających się wzdłuż kolumn (2), a na kolumnach (2) zespolonych w konstrukcję nośną (1) z poziomą płytą dolną (3) oraz z płytą pośrednią (5) zespoloną powyżej płyty dolnej (3) i płytą górną (6) zespoloną z kolumnami (2) na ich górnych końcach jest umocowana, powyżej płyty pomiarowej (17), przesuwna klatka (9) zbudowana z poziomych, równoległych do siebie, płyty wierzchniej (9a) i płyty spodniej (9b), zespolonych korzystnie trzema słupkami dystansowymi (9c) i osadzonych w swoich narożach na rurach (10) prowadzonych na kolumnach (2) za pośrednictwem par łożysk kulkowych liniowych (11), przy czym płyta wierzchnia (9a) jest zespolona u góry za pośrednictwem belki (8) z tłocznikiem (7a) siłownika (7) zamocowanego pionowo na płycie górnej (6), a na płycie spodniej (9b) jest zainstalowany zespół napędu wrzeciona (12), umocowanego pionowo w płycie spodniej (9b), z którego końcówką wałka (12a) skierowanego w dół jest połączony, poprzez sprzęgło (26), cylindryczny element (25) o kształcie odwróconego kubka, nasunięty od góry na pierścień zewnętrzny testowanego łożyska (23), przy czym wrzeciono (12) jest napędzane poprzez przekładnię pasową (15) od serwomotora (13) zawieszonego na osadzonym obrotowo w płytach (9a, 9b) wsporniku (14) zapewniającym szeroki zakres możliwości dopasowania położenia serwomotora (13) względem wrzeciona (12), a odpowiednie napięcie paska przekładni (15) zapewnia napinacz (16) umocowany w klatce (9) do jednej z rur (10) prowadzonych na kolumnach (2).

2. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że pośrodku nieruchomej płyty pośredniej (5) jest zamocowany siłomierz (31), z którego końcówką pomiarową współpracuje kulka (30a) oparta od góry na wkładce (30b) ustalonej razem z kulką (30a) w trzpieniu (30), zamocowanym na spodniej powierzchni przesuwniej płyty pomiarowej (17).
3. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w płaskim spodnim czole kołnierza tulei (24) jest ustalony, wystający nad czoło, kołek bazujący (24b) wsunięty w jeden z otworów w blacie (20a) stolika pomiarowego (20), korzystnie odpowiedni swoim położeniem dla określonej wielkości wymiarowej wymiennej tulei (24).
4. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że na obwodzie górnej powierzchni kołnierza tulei (24) jest obniżenie, z osadzonym w nim luźno pierścieniem (24a), który korzystnie wystaje poza średnicę kołnierza tulei (24).
5. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że wokół blatu (20a) stolika pomiarowego (20) są rozmieszczone mimośrodowe elementy (21) przeznaczone do centrowania blatu (20a) i elementy (22) przeznaczone do poziomowania blatu (20a).
6. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że osie symetrii siłownika (7), wrzeciona (12), testowanego łożyska (23), stolika pomiarowego (20) z blatem (20a), stołu obrotowego (19), trzpienia (30) z kulką (30a) i siłomierza (31) znajdują się w jednej pionowej linii jednakowo oddalonej od wszystkich czterech kolumn (2).
7. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w płytę dolną (3) konstrukcji nośnej (1) są wkręcone od spodu regulowane stopki antywibracyjne (4).

## Rysunki

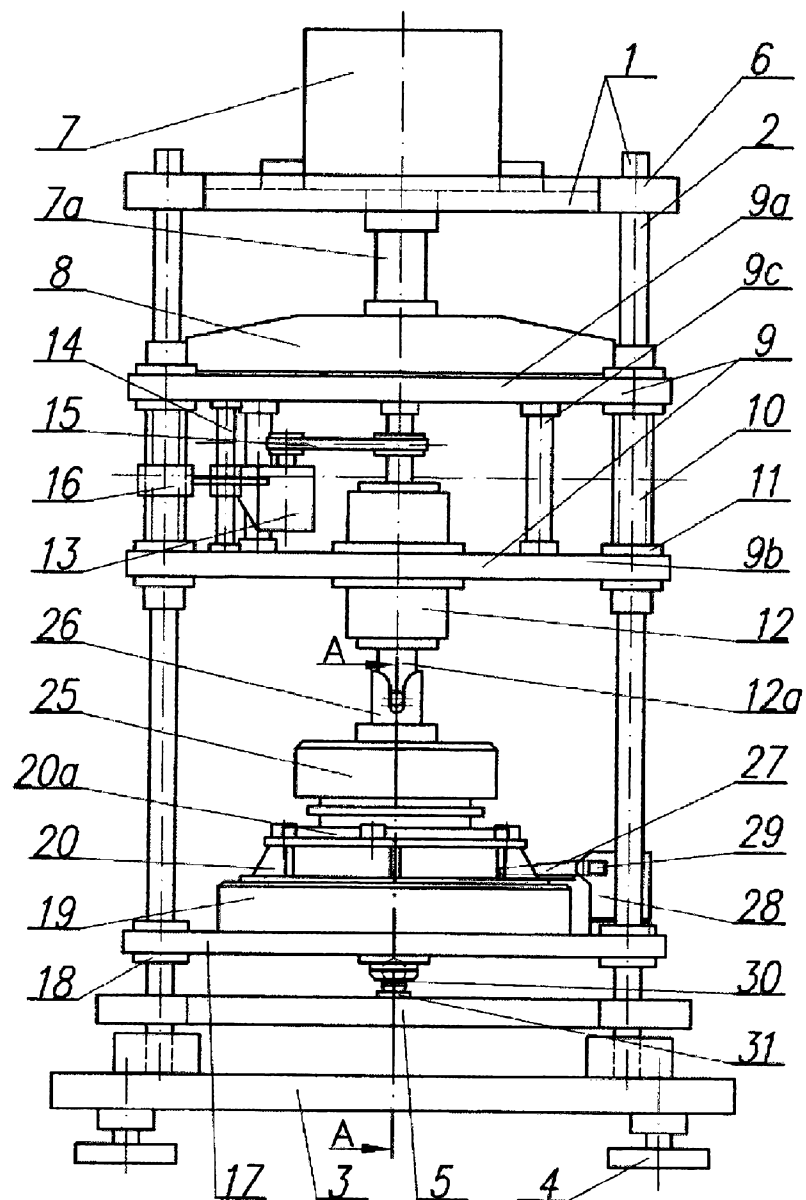


Fig. 1

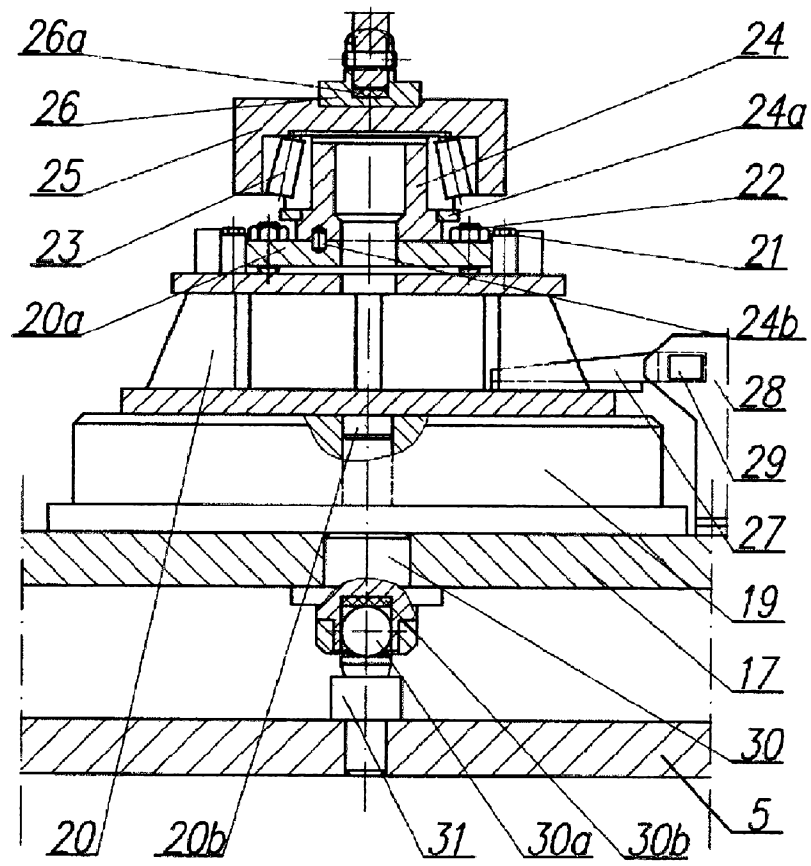


Fig. 2