



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Int. Cl.<sup>3</sup> G01M 13/04

Zgłoszono: 82 03 24 (P. 235646)

Pierwszeństwo \_\_\_\_\_



Zgłoszenie ogłoszono: 83 07 18

Opis patentowy opublikowano: 1986 06 30

**Twórcy wynalazku:** Stefan Fijałkowski, Witold Kotarski

**Uprawniony z patentu tymczasowego:** Politechnika Lubelska w Lublinie,  
Lublin (Polska)

**Urządzenie do badania poprzecznych łożysk gazowych  
aerodynamicznych i/lub aerostatycznych zwłaszcza obciążonych cieplnie  
oraz sposób modelowania obciążenia cieplnego  
łożysk gazowych podczas ich badania**

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do badania poprzecznych łożysk gazowych aerodynamicznych i/lub aerostatycznych, zwłaszcza obciążonych cieplnie oraz sposób modelowania obciążenia cieplnego łożysk gazowych podczas ich badania, na którym można realizować badania trybologiczne i cieplne poprzez pomiary temperatur na wewnętrznych i zewnętrznych powierzchniach wału, na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni panewki, poprzez wyznaczenie rozkładów ciśnień w szczelinie smarnej, poprzez pomiary siły nośnej łożyska i momentu tarcia oraz poprzez stworzenie możliwości badania wpływu obciążenia cieplnego na stany warstw wierzchnich wału i panewki.

Dotychczas w technice stosowano urządzenia służące do modelowania i badania łożysk aerodynamicznych i aerostatycznych pracujących w stanach izotermicznych obciążanych tylko ciepłem pochodzącym ze źródeł zewnętrznych rozmieszczonych w szczelinie smarnej — ciepło tarcia pochodzące z dysypacji energii oraz ciepło rozpraszania pracy przetłaczania gazu. W badaniach tych, ze względu na niewielkie wartości wewnętrznych obciążeń cieplnych, pomiarów cieplnych na ogół nie przeprowadzano. Prowadzono również badania wpływu podwyższonych temperatur na pracę łożysk gazowych, przy czym stosowane urządzenia badawcze pozwalały tylko na wywieranie zewnętrznych obciążeń cieplnych na cały układ łożyska. Przykładem może być urządzenie Pigotta i Macksa znane z czasopisma Lubrication Engenering Vol. 10, 1954 r. str. 29–32, w którym badane łożysko zamknięto w specjalnej komorze grzejnej umożliwiającej utrzymanie temperatury w granicach 500° C. Wymienione urządzenia badawcze nie pozwalają na modelowanie i badanie zbliżonych do rzeczywistości obciążeń cieplnych, jakie występują w poprzecznych łożyskach gazowych aerodynamicznych lub aerostatycznych zastosowanych w cieplnych maszynach przepływowych, nie pozwalają również na badanie wpływu wielkości strumienia cieplnego przepływającego między wałem a panewką na działanie tych łożysk.

Celem wynalazku jest uniknięcie wyżej wymienionych niedogodności.

Cel ten osiągnięto poprzez opracowanie urządzenia do badania poprzecznych łożysk gazowych aerodynamicznych lub aerostaticznych zwłaszcza obciążonych cieplnie, którego istota polega na tym, że składa się z wydrążonego wału łożyskowego z ciągłą regulacją prędkości obrotowej poprzez zastosowanie turbiny pneumatycznej, wał posiada jednakową średnicę zewnętrzną na całej długości, na którym osadzone są: wirnik turbiny pneumatycznej, tarcza wzdłużnych łożysk aerostaticznych oraz z drugiej strony wału tarcza modulacyjna do pomiaru prędkości obrotowej, który podparty jest w dwu poprzecznych łożyskach aerostaticznych. W środkowej części wału, między łożyskami aerostaticznymi osadzona jest wymienna panewka badanego, poprzecznego łożyska aerodynamicznego lub aerostaticznego, na którą przykładane jest obciążenie poprzez układ liny łączącej, dynamometr i ciężno śrubowe, przy czym panewka wyposażona jest w ramię dotykające do czujnika pomiaru siły tarcia, a wewnątrz wału w wydrążeniu umieszczony jest nieruchomy regulowany grzejnik, najkorzystniej elektryczny z zestawem czujników temperatury umiejscowionych w pobliżu wewnętrznej powierzchni wału. W panewce badanego łożyska aerodynamicznego lub aerostaticznego wykonany jest układ przelotowych otworów impulsowych o średnicy poniżej 0,6 mm rozłożonych równomiernie po obwodzie, połączonych elastycznymi przewodami z rtęciowym manometrem bateryjnym. W panewce wykonane są otwory nieprzelotowe, w których umieszczone są spiny pomiarowe termometrów termoelektrycznych. Radiacyjne czujniki pomiaru temperatury umieszczone są w pobliżu powierzchni obracającego się wału po obydwu stronach panewki badanego łożyska.

Istotą sposobu modelowania zewnętrznego obciążenia cieplnego polegającego na doprowadzaniu strumienia ciepła do badanego łożyska gazowego od strony obracającego się wału jest to, że strumień ciepła doprowadza się wydrążonego wału, najkorzystniej poprzez umieszczenie w nim grzejnika elektrycznego o regulowanej mocy grzewczej.

Gazowe łożysko aerodynamiczne jest to ślizgowe łożysko gazowe samodzielnie działające bez nadmuchu do szczeliny smarnej, gazowe łożysko aerostaticzne jest to ślizgowe łożysko gazowe z nadmuchem gazu do szczeliny smarnej pod odpowiednim ciśnieniem.

Urządzenie oraz sposób według wynalazku objaśnione są i przedstawione na przykładzie wykonania na schematycznych rysunkach, z których fig. 1 przedstawia urządzenie w przekroju wzdłużnym, a fig. 2 przedstawia urządzenie w przekroju poprzecznym.

Urządzenie według wynalazku składa się z wydrążonego wału 1 łożyskowego z ciągłą regulacją prędkości obrotowej realizowaną poprzez zastosowanie turbiny pneumatycznej 6, której wirnik osadzony jest na wale 1. Wał 1 posiada jednakową średnicę zewnętrzną na całej długości. Na wale przy wirniku turbiny pneumatycznej zamocowana jest tarcza wzdłużnych łożysk aerostaticznych 13 oraz z drugiej strony wału tarcza modulacyjna 14 do pomiaru prędkości obrotowych. Wał podparty jest w dwu poprzecznych łożyskach 5 aerostaticznych. W środkowej części wału między łożyskami 5 osadzona jest wymienna panewka 2 badanego poprzecznego łożyska aerodynamicznego lub aerostaticznego, na którą przykładane jest obciążenie mechaniczne poprzez układ obciążający 3 składający się: z liny łączącej panewkę 2 z płytą obciążnika opasującej obydwa końce panewki oraz przeplecionej przez cztery rolki płyty obciążnika, z dynamometru połączonego przegubowo jednym końcem ze środkiem płyty obciążnika a drugim końcem z ciężnem śrubowym, z ciężna śrubowego współpracującego z nakrętką podpartą przegubowo po przeciwnej stronie środkowej belki ramy wsporczej stołu 7.

Panewka 2 wyposażona jest w ramię reakcyjne 10 dotykające do czujnika pomiaru siły tarcia 9 składającego się z płaskiej sprężyny z naklejonym na nią tensometrem pomiarowym. Wewnątrz wału, w wydrążeniu umieszczony jest nieruchomy regulowany grzejnik 4, najkorzystniej elektryczny z zestawem czujników pomiarowych temperatury 15 umiejscowionych w pobliżu wewnętrznej powierzchni wału. W panewce badanego łożyska aerodynamicznego lub aerostaticznego wykonany jest układ przelotowych otworów impulsowych 17 o średnicy poniżej 0,6 mm rozłożonych równomiernie po obwodzie, połączonych elastycznymi przewodami z rtęciowym manometrem bateryjnym 16. W panewce 2 wykonane są otwory nieprzelotowe 18, w których umieszczone są spiny pomiarowe termometrów termoelektrycznych. Otwory impulsowe 17 i 18 potrzebne są tylko do badań łożyska, przy czym łożysko zaopatrzone w te otwory nadaje się do eksploatacji pod warunkiem, że otwory 17 połączone będą z manometrami lub zaślepione. W panewce 2 w zależności od rodzaju badanego łożyska wykonane są otwory służące do nadmuchu gazu do szczeliny

smarnej na czas rozruchu i wybiegu urządzenia przy badaniach łożyska aerodynamicznego lub do ciągłego nadmuchu przy badaniach łożyska aerostaticznego. Radiacyjne czujniki pomiaru temperatury powierzchni wału poza badanym łożyskiem umieszczone są w pobliżu powierzchni obracającego się wału po obydwu stronach panewki 2 badanego łożyska. Do pomiaru wzniosu panewki 2 w trakcie pracy łożyska, służy urządzenie 8 składające się: z belki umocowanej na wsporniku przy pomocy sprężyny płaskiej i opierającej się na panewce oraz mechanicznego czujnika mikronowego. Urządzenia 8 umieszczone są po obu końcach panewki 2. Urządzenie osadzone jest na stole 7 o dużej masie. Do sterowania pracą urządzenia służy układ zbiorników wyrównawczych 11 i komplet zaworów sterująco-redukcyjnych łożysk podparcia 5, łożysk wzdłużnych 13, badanego łożyska z panewką 2 oraz turbiny napędowej 6.

Przed przystąpieniem do uruchomienia urządzenia należy doprowadzić sprężone powietrze do kompletu zaworów sterująco-redukcyjnych 12. Przy uruchamianiu urządzenia należy ustawić zawory sterująco-redukcyjne łożysk podparcia 5 i łożysk wzdłużnych 13 na wymagane wartości ciśnień powietrza podawanego do szczelin smarnych. Następnie należy podgrzać do poziomu rządanej temperatury wał drążony 1 przy użyciu grzejnika 4. Po podgrzaniu wału należy wyzerować czujniki urządzenia 8 służące do pomiaru wzniosu panewki, a następnie należy doprowadzić sprężone powietrze o wymaganej wartości ciśnienia do szczeliny smarnej badanego łożyska przy użyciu zaworu sterująco-regulacyjnego badanego łożyska. W dalszym etapie rozruchu należy uruchomić turbinę napędową 6 nastawiając zawór sterująco-regulacyjny turbiny na odpowiednią wartość ciśnienia w celu osiągnięcia żadanego poziomu prędkości obrotowej wału 1. W przypadku badania łożyska aerodynamicznego należy po przekroczeniu krytycznej wartości prędkości obrotowej odciąć dopływ powietrza do szczeliny smarnej tego łożyska. W przypadku badania łożyska aerostaticznego czynności tej nie przeprowadza się. Zewnętrzne obciążenie cieplne łożyska wywierane jest nadal poprzez grzejnik elektryczny 4, który należy wyregulować do cieplnego stanu ustalonego wynikającego z programu badań to znaczy przy którym gęstość strumienia ciepła przyptykującego pomiędzy wałem 1 a panewką 2 osiągnie żądany poziom. Tak przygotowane badane łożysko poddawane jest obciążeniom mechanicznym przy pomocy urządzenia obciążającego 3, których wartości ustalane są nakrętką w ten sposób, aby wysokość szczeliny smarnej osiągnęła wartości odpowiadające zadanyemu mimośrodom łożyskowemu wynikającym z programu badań. Wartości wysokości szczeliny smarnej wyznaczają wskazania czujników mikronowych urządzenia 8 a wartości siły nośnej obciążającej łożysko wskazuje dynamometr 3.

Zmiany rozkładów ciśnienia w szczelinie smarnej łożyska badanego z panewką 2 wskazuje manometr bateryjny 16, połączony przewodami elastycznymi z otworami impulsowymi 17, natomiast rozkłady temperatur wskazują: termometry termoelektryczne, których spoiny pomiarowe umieszczone są w otworach nieprzelotowych 18, termometry termoelektryczne, których spoiny pomiarowe 15 umieszczone są wewnątrz wału oraz termometry radiacyjne umieszczone w pobliżu zewnętrznej powierzchni wału 1 po obydwu stronach panewki 2. Rozkłady temperatur na zewnętrznej powierzchni panewki 2 wyznaczane są przy użyciu przyłgowych termometrów termoelektrycznych, których spoiny pomiarowe stykają się z zewnętrzną powierzchnią panewki 2. Pomiar siły tarcia realizowany jest przy użyciu ramienia reakcyjnego 10 dotykającego do czujnika pomiaru siły tarcia 9 składającego się z płaskiej sprężyny i naklejonego na nią tensometru pomiarowego.

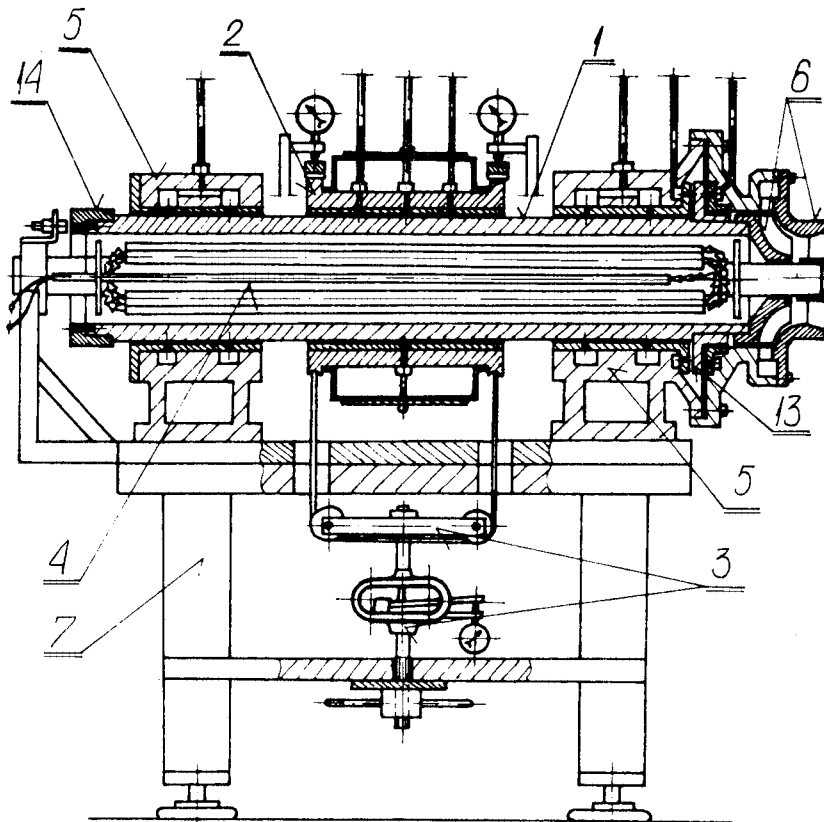
### Z a s t r z e ż e n i a   p a t e n t o w e

1. Urządzenie do badania poprzecznych łożysk gazowych aerodynamicznych i/lub aerostaticznych zwłaszcza obciążonych cieplnie, **znamiennie tym**, że składa się z wydrążonego wału łożyskowego o jednakowej średnicy na całej długości (1), podpartego w dwu poprzecznych łożyskach aerostaticznych (5), pomiędzy którymi umieszczona jest wymienna panewka (2) badanego poprzecznego łożyska aerodynamicznego lub aerostaticznego, która połączona jest z układem obciążającym (3), a na wale (1) z jednej strony osadzony jest wirnik turbiny pneumatycznej (6) i tarcza wzdłużnych łożysk aerostaticznych (13), a z drugiej strony wału (1) pomiarowa tarcza modułacyjna (14), przy czym wewnątrz wału (1) w wydrążeniu umieszczony jest nieruchomy regulowany grzejnik (4), najkorzystniej elektryczny z czujnikami pomiarowymi temperatury (15) umiejscowionymi w pobliżu wewnętrznej powierzchni wału (1), przy czym w panewce łożyska aerodynami-

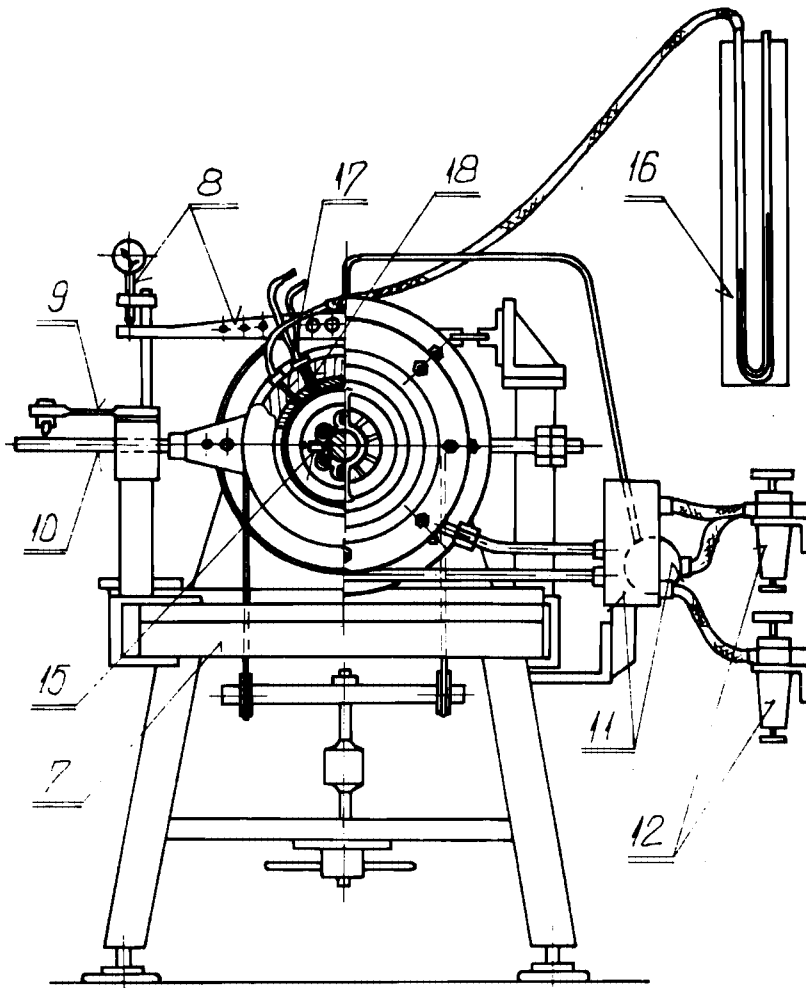
cznego lub aerostaticznego wykonane są przelotowe otwory impulsowe (17) o średnicy poniżej 0,6 mm rozłożone równomiernie po obwodzie i połączone elastycznymi przewodami z ręciowym manometrem bateryjnym (16) i nieprzelotowe otwory (18), w których umieszczone są spoiny pomiarowe termometrów termoelektrycznych, a radiacyjne czujniki pomiaru temperatury powierzchni wału umieszczone są w pobliżu powierzchni obracającego się wału (1) po obydwu stronach panewki (2) badanego łożyska.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że układ obciążający (3) składa się z liny łączącej dynamometr i ciężno śrubowe z panewką (2), przy czym panewka (2) wyposażona jest w ramię dotykające do czujnika pomiaru siły tarcia.

3. Sposób modelowania zewnętrznego obciążenia cieplnego łożysk gazowych podczas ich badania polegający na doprowadzeniu strumienia ciepła do badanego łożyska od strony obracającego się wału, **znamienny tym**, że strumień ciepła doprowadza się do wydrążonego wału, najkorzystniej poprzez umieszczenie w nim grzejnika elektrycznego o regulowanej mocy grzewczej.



**Fig. 1**



**Fig. 2**