



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

21 Numer zgłoszenia: 276963

51 IntCl<sup>5</sup>:  
G01M 13/04

22 Data zgłoszenia: 30.12.1988

54 Sposób i urządzenie do modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych łożysk gazowych

43 Zgłoszenie ogłoszono:  
09.07.1990 BUP 14/90

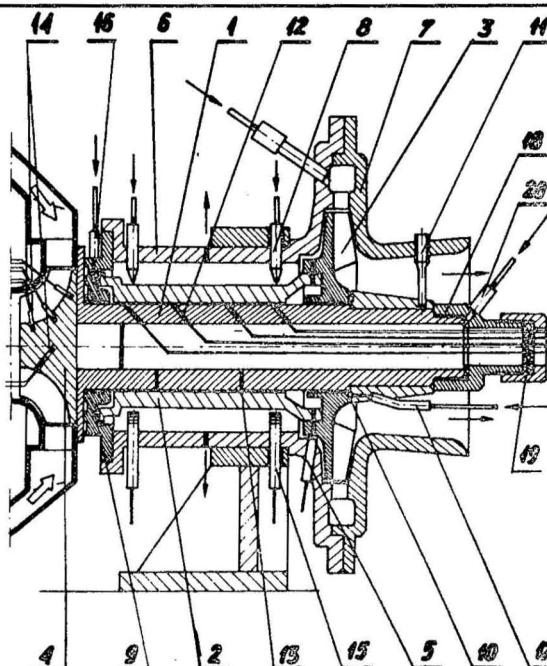
45 O udzieleniu patentu ogłoszono:  
30.10.1992 WUP 10/92

73 Uprawniony z patentu:  
Politechnika Lubelska, Lublin, PL

72 Twórca wynalazku:  
Stefan Fijałkowski, Lublin, PL

57 1. Sposób modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych oraz badania rozkładów temperatur w czopie poprzecznego łożyska gazowego polegający na pomiarze temperatur, **znamienny tym**, że od strony wirnika (4) turbiny cieplnej ogrzewa się nieruchomy poziomy wał (1) drążony łożyska a jednocześnie obciąża się cieplnie łożysko wzdłuż jego osi i po jego obwodzie poprzez nadmuch na zewnętrzną powierzchnię tulei (2) powietrza o kontrolowanych temperaturach i ciśnieniach, przy czym dokonuje się pomiar temperatur na zewnętrznej powierzchni wału (1) i na zewnętrznej powierzchni tulei (2) oraz pomiarów prędkości obrotowej tulei (2) za pomocą znanych czujników pomiarowych.

3. Urządzenie do modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych oraz do badania rozkładów temperatur w czopie poprzecznego łożyska gazowego zawierające, korpus połączony z jednej strony z tarczą oporową łożyska wzdłużnego osadzoną na nieruchomym wale od strony wirnika turbiny cieplnej, z drugiej strony zaś połączony z korpusem powietrznej turbiny napędowej, poziomy wał drążony, połączony przez tarczę z korpusem urządzenia, gazowe łożyska ślizgowe, wzdłużne umieszczone po obydwu .....



SPÓSÓB I URZĄDZENIE DO MODELOWANIA RZECZYWISTYCH WARUNKÓW  
OBCIĄŻEŃ CIEPLNYCH ŁOŻYSK GAZOWYCH

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

1. Sposób modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych oraz badania rozkładów temperatur w czopie poprzecznego łożyska gazowego polegający na pomiarze temperatur, z n a m i e n n y   t y m, że od strony wirnika (4) turbiny cieplnej ogrzewa się nieruchomy poziomy wał (1) drążony łożyska, a jednocześnie obciąża się cieplnie łożysko wzdłuż jego osi i po jego obwodzie poprzez nadmuchiwanie na zewnętrzną powierzchnię tulei (2) powietrza o kontrolowanych temperaturach i ciśnieniach, przy czym dokonuje się pomiar temperatur na zewnętrznej powierzchni wału (1) i na zewnętrznej powierzchni tulei (2) oraz pomiarów prędkości obrotowej tulei (2) za pomocą znanych czujników pomiarowych.

2. Sposób według zastrz.1, z n a m i e n n y   t y m, że badania prowadzi się z zasilaniem i bez zasilania szczeliny smarnej łożyska powietrzem.

3. Urządzenie do modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych oraz do badania rozkładów temperatur w czopie poprzecznego łożyska gazowego zawierające korpus połączony z jednej strony z tarczą oporową łożyska wzdłużnego osadzoną na nieruchomym wale od strony wirnika turbiny cieplnej, z drugiej strony zaś połączony z korpusem powietrznej turbiny napędowej, poziomy wał drążony, połączony przez tarczę z korpusem urządzenia, gazowe łożyska ślizgowe, wzdłużne umieszczone po obydwu końcach tulei i poprzeczne składające się z czopa będącego częścią poziomego wału drążonego i tulei spełniającej rolę panewki, przewody powietrzne doprowadzające sprężone powietrze do gazowych łożysk wzdłużnych oraz przewody doprowadzające sprężone powietrze do wnętrza wału, powietrze do dysz i do pneumatycznej turbiny napędowej, czujniki temperatury umieszczone w wirniku turbiny cieplnej, w wale drążonym oraz w korpusie urządzenia, z n a m i e n n e   t y m, że składa się z zamocowanego z jednej strony centralnie, nieruchomo w korpusie (6) wału (1) poziomego drążonego złączonego z wirnikiem (4) turbiny cieplnej obudowanego tuleją (2) gazowego łożyska ślizgowego, złączoną nierozłącznie z wirnikiem (3) pneumatycznej turbiny napędowej, otoczonych tuleją (2) korpusem (6), a wirnik (3) obudową (7) turbiny, wał (1) z drugiej strony zamknięty jest tuleją (18) i przewodem powietrza (20) podparty jest trzema równomiernie rozmieszczonymi po obwodzie obudowy (7) kołkami (11) ustalającymi, a tuleja (2) o średnicy zewnętrznej mniejszej od średnicy wewnętrznej korpusu (6) otoczona jest rozmieszczonymi w dwóch rzędach równomiernie po obwodzie co najmniej w każdym trzema dyszami (8) powietrznymi umieszczonymi w korpusie (6), przy czym wyloty dysz (8) umieszczone są w pobliżu powierzchni zewnętrznej tulei (2), a zespół tulei (2) z wirnikiem (3) oddzielony jest od nieruchomych elementów dwoma łożyskami wzdłużnymi (9, 10), zasilanymi powietrzem z przewodów (16, 17), ponadto z tworzącej wału (1) wykonane są przelotowe otwory promieniowe skośne (12) z czujnikami temperatury i otwory (13) podające powietrze, zaś w wirniku (4) turbiny cieplnej po tworzącej stożka krzywoliniowego i w osi wirnika (4) wykonane są otwory (14) nieprzelotowe z czujnikami temperatury, a w korpusie (6) umieszczone są radiacyjne czujniki temperatury (15) oraz czujnik (5) do pomiaru prędkości obrotowej tulei (2).

\*\*\*

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych w czopie poprzecznego łożyska gazowego.

Dotychczas w technice do badania stanów obciążeń cieplnych łożysk gazowych stosowano metody polegające na badaniach symulacyjnych prowadzonych na łożyskach modelowych - głównie poprzecznych, dokonując pomiarów rozkładów temperatur na powierzchniach panewek i w innych punktach nieruchomych łożyska według L.Licht The Dynamic Characteristics of a Turborator Simulator Supported on gas - Lubricated Fail Bearing Journal of Lubrication Technology,

October 1970, względnie dokonywano badań po wprowadzeniu łożyska do specjalnej komory - urządzenie Pigotta i Macksa znane z czasopisma Lubrication Engineering vol.10, 1954. Znane są również metody badania łożysk zainstalowanych w maszynach rzeczywistych, przy czym w badaniach tych sprowadzało się to do pomiarów temperatur na powierzchniach panewek, według B.Sternlicht; Gas-Bearing Turbomechanery Journal of Lubrication Technology, October, 1968 r. P.W.Curwen Investigation of Air Bearing for Small High-Performance Aircraft Gas Turbines Journal of Engineering for Power, October 1972 r.

Znane jest z opisu patentowego polskiego nr 132 307 urządzenie do badania poprzecznych łożysk gazowych aerodynamicznych i/lub aerostaticznych, zwłaszcza obciążonych cieplnie składające się z wydrążonego wału łożyskowego o jednakowej średnicy na całej długości, podpartego w dwu poprzecznych łożyskach aerostaticznych, pomiędzy którymi umieszczona jest wymienna panewka badanego poprzecznego łożyska aerodynamicznego lub aerostaticznego, która połączona jest z układem obciążającym, a na wale z jednej strony osadzony jest wirnik turbiny pneumatycznej i tarcza wzdłużnych łożysk aerostaticznych, a z drugiej strony wału pomiarowa tarcza modulacyjna, przy czym wewnątrz wału w wydrążeniu umieszczony jest nieruchomy regulowany grzejnik elektryczny z czujnikami pomiarowymi temperatury umiejscowionymi w pobliżu wewnętrznej powierzchni wału, zaś w panewce łożyska aerodynamicznego lub aerostaticznego wykonane są przelotowe otwory impulsowe o średnicy poniżej 0,6 mm rozłożone równomiernie po obwodzie i połączone elastycznymi przewodami z rtęciowym manometrem bateryjnym i nieprzelotowe otwory, w których umieszczone są spoiny pomiarowe termometrów termoelektrycznych, a radiacyjne czujniki pomiaru temperatury powierzchni wału umieszczone są w pobliżu powierzchni obracającego się wału po obydwu stronach panewki badanego łożyska.

Znane dotychczas metody badawcze - sposoby i urządzenia - nie pozwalają na ustalenie ilościowych związków zachodzących pomiędzy wymuszeniem obciążenia cieplnego, pochodzącym od elementu czynnego maszyny na przykład wirnika turbiny a obciążeniem cieplnym łożyska, nie pozwalają również na jednoczesny pomiar temperatur na powierzchni czopa i powierzchni panewki a tym samym nie pozwalają na jednoczesne określenie warunków wymiany ciepła pomiędzy czopem a panewką.

Istotą sposobu modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych oraz badania rozkładów temperatur w czopie poprzecznego łożyska gazowego polegającego na pomiarze temperatur jest to, że od strony wirnika turbiny cieplnej ogrzewa się nieruchomy poziomy wał drążony łożyska a jednocześnie obciąża się cieplnie łożysko wzdłuż jego osi i po jego obwodzie poprzez nadmuch na zewnętrzną powierzchnię tulei powietrza o kontrolowanych temperaturach i ciśnieniach, przy czym dokonuje się pomiarów temperatur na zewnętrznej powierzchni wału i na zewnętrznej powierzchni tulei oraz pomiarów prędkości obrotowej tulei za pomocą znanych czujników pomiarowych. Badania prowadzi się z zasilaniem i bez zasilania szczeliny smarnej łożyska powietrzem.

Istotą urządzenia do modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych oraz do badania rozkładów temperatur w czopie poprzecznego łożyska gazowego zawierającego korpus połączony z jednej strony z tarczą oporową łożyska wzdłużnego osadzoną na nieruchomym wale od strony wirnika turbiny cieplnej, z drugiej strony zaś połączony z korpusem powietrznej turbiny napędowej, poziomy wał drążony, połączony poprzez tarczę z korpusem urządzenia, gazowe łożyska ślizgowe, wzdłużne umieszczone po obydwu końcach tulei i poprzeczne, składające się z czopa będącego częścią poziomego wału drążonego i tulei spełniającej rolę panewki, przewody powietrzne doprowadzające sprężone powietrze do gazowych łożysk wzdłużnych oraz przewody doprowadzające sprężone powietrze do wnętrza wału, powietrze do dysz i do pneumatycznej turbiny napędowej, czujniki temperatury umieszczone w wirniku turbiny cieplnej, w wale drążonym oraz w korpusie urządzenia jest to, że składa się z zamocowanego z jednej strony centralnie, nieruchomo w korpusie wału poziomego drążonego złączanego z wirnikiem turbiny

cieplnej obudowanego tuleją gazowego łożyska ślizgowego, złączoną nierozłącznie z wirnikiem pneumatycznej turbiny napędowej, otoczonych tuleją i korpusem, a wirnik obudową turbiny, wał z drugiej strony zamknięty jest tuleją i przewodem powietrza, podparty jest trzema równomiernie rozmieszczonymi po obwodzie obudowy kołkami ustalającymi, a tuleja o średnicy zewnętrznej mniejszej od średnicy wewnętrznej korpusu otoczona jest rozmieszczonymi w dwóch rzędach równomiernie po obwodzie co najmniej w każdym trzema dyszami powietrznymi umieszczonymi w korpusie, przy czym wyloty dysz umieszczone są w pobliżu powierzchni zewnętrznej tulei, a zespół z wirnikiem oddzielony jest od nieruchomych elementów dwoma łożyskami wzdłużnymi, zasilanymi powietrzem z przewodów, ponadto w tworzącej wału wykonane są przelotowe otwory promieniowe skośne z czujnikami temperatury i otwory podające powietrze, zaś w wirniku turbiny cieplnej po tworzącej stożka krzywoliniowego i w osi wirnika wykonane są otwory nieprzelotowe z czujnikami temperatury, a w korpusie umieszczone są radiacyjne czujniki temperatury oraz czujnik do pomiaru prędkości obrotowej tulei.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala na modelowanie powiązań pomiędzy cieplnym oddziaływaniem elementu czynnej maszyny przepływowej a obciążeniem cieplnym łożyska aerostaticznego lub aerodynamicznego, a zarazem na uzależnienie rozkładów temperatur na powierzchni czopa łożyskowego - wału takich łożysk, od wielkości obciążeń cieplnych. Jednocześnie wynalazek umożliwia ilościowe wyznaczenie wielkości charakteryzujących obciążenie cieplne.

Wynalazek został uwidoczniiony na rysunku w przykładzie wykonania w przekroju wzdłużnym.

Urządzenie do modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych oraz do badania rozkładów temperatur w czopie poprzecznego łożyska gazowego składa się z zamocowanego z jednej strony centralnie, nieruchomo w korpusie 6 wału 1 poziomego drążonego złączonego z wirnikiem 4 turbiny cieplnej obudowanego tuleją 2 gazowego łożyska ślizgowego, złączoną nierozłącznie z wirnikiem 3 pneumatycznej turbiny napędowej, otoczonych tuleją 2 korpusem 6, a wirnik 3 obudową 7 turbiny. Wał 1 z drugiej strony zamknięty jest tuleją 18 z uszczelką 19 i przewodem powietrza 20 i podparty jest trzema równomiernie rozmieszczonymi po obwodzie obudowy 7 kołkami 11 ustalającymi, a tuleja 2 o średnicy zewnętrznej mniejszej od średnicy wewnętrznej korpusu 6 otoczona jest rozmieszczonymi w dwóch rzędach równomiernie po obwodzie dwunastoma dyszami 8 powietrznymi umieszczonymi w korpusie 6. Wyloty dysz 8 umieszczone są w pobliżu powierzchni zewnętrznej tulei 2, a zespół tulei 2 z wirnikiem 3 oddzielony jest od nieruchomych elementów dwoma łożyskami wzdłużnymi 9 i 10, zasilającymi powietrzem z przewodów 16 i 17, ponadto w tworzącej wału 1 wykonane są przelotowe otwory promieniowe skośne 12 z czujnikami temperatury i otwory 15 podające powietrze, a w wirniku 4 turbiny cieplnej po tworzącej stożka krzywoliniowego i w osi wirnika 4 wykonane są otwory 14 nieprzelotowe z czujnikami temperatury. W korpusie 6 umieszczone są radiacyjne czujniki 15 temperatury oraz czujnik 5 do pomiaru prędkości obrotowej tulei 2.

Sposób modelowania rzeczywistych warunków obciążeń cieplnych oraz badania rozkładów temperatur w czopie poprzecznego łożyska gazowego polega na tym, że od strony wirnika 4 turbiny cieplnej ogrzewa się nieruchomy poziomy wał 1 drążony łożyska a jednocześnie obciąża się cieplnie łożysko wzdłuż jego osi i po jego obwodzie poprzez nadmuch na zewnętrzną powierzchnię tulei 2 powietrza o kontrolowanych temperaturach i ciśnieniach. Pomiaru temperatury dokonuje się na zewnętrznej powierzchni wału 1 i na zewnętrznej powierzchni tulei 2 oraz pomiarów prędkości obrotowej tulei 2 za pomocą znanych czujników pomiarowych. Badania prowadzi się z zasilaniem i bez zasilania szczeliny smarnej łożyska powietrzem.

Przed przystąpieniem do uruchomienia urządzenia należy doprowadzić sprężone powietrze przewodami 16 i 17 do łożysk wzdłużnych 9 i 10 oraz do łożyska poprzecznego przewodem 20 poprzez wydrążony poziomy wał 1 i otwory 13. Następnie uruchamia się pneumatyczną turbinę napędową z wirnikiem 3. Jednocześnie do obudowy nieruchomego wirnika turbiny 4 cieplnej

doprowadza się ze źródła zewnętrznego - palników gazowych, spaliny o żądanym poziomie temperatury, kontrolowanym czujnikami temperatury 14. Obciążenie cieplne łożyska wywierane jest za pomocą ogrzewania wału poprzez wirnik 4 i kontrolowanego schładzania tulei 2 poprzez nadmuch powietrza dyszami 8 o sterowanym ciśnieniu i temperaturze. Rozkłady temperatur na powierzchni wału 1 mierzone są po obwodzie i po długości czujnikami 12. Temperatury na powierzchni tulei 2 mierzone są czujnikami radiacyjnymi 15. Prędkości obrotowe zespołu tuleja 2 oraz wirnik 3 mierzone są czujnikiem magnetycznym 5. Dysze 8 służą do wywierania nacisku na obracającą się tuleję 2. W zależności od programu badań, łożysko z tuleją 2 może pracować w systemie zasilanym jako aerostatyczne lub hybrydowe lub w systemie bez zasilania jako aerodynamiczne. W tym celu należy odciąć dopływ powietrza przewodem 20 do wnętrza wału 1.

