

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

87 168

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 14.09.73 (P. 165228)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 02.05.75

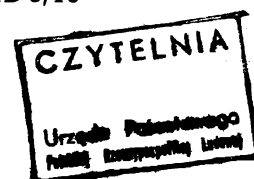
Opis patentowy opublikowano: 15.12.1976

MKP

F01d 5/10

Int. Cl².

F01D 5/10



Twórca wynalazku: Jacek Skalski

Uprawniony z patentu: Instytut Lotnictwa, Warszawa (Polska)

Tłumik drgań łopatek turbiny gazowej

Przedmiotem wynalazku jest tłumik drgań łopatek turbiny gazowej, mający na celu obniżenie naprężeń dynamicznych łopatki.

W czasie pracy silnika łopatka jest poddana działaniu pulsujących sił aerodynamicznych, które są czynnikiem wymuszającym jej drgania. Drgania te wywołują powstanie naprężeń dynamicznych w łopatce, których wartości niebezpiecznie rosną w zakresie częstotliwości rezonansowej łopatki. Dla obniżenia tych naprężeń są stosowane tłumiki drgań. Rolę tłumika drgań spełniają bandaże łopatek, a zwłaszcza utworzalnego z wycinków pierścienia umieszczonego na wierzchołku łopatki. Na końcach wycinków są wykonane wycięcia pasujące do wycinków sąsiednich łopatek. Wycinki zazębiają się z pewnym wciskiem, dzięki czemu w czasie drgań łopatek ruchy względne wycinków wywołują powstawanie sił tarcia tłumiące drgania. Opisana konstrukcja daje dobre efekty tłumienia i pomimo to, że zwiększa ponadto sprawność turbiny na skutek wyeliminowania strat szczelinowych, nie jest zawsze stosowana. Wymienione efekty zostały okupione dość dużą komplikacją technologiczną, wynikającą z konieczności wykonania wycinka pierścieniowego oraz z trudności w obróbce pióra łopatki.

Inna poważna wada wywodzi się z istnienia dodatkowej masy, która usytuowana na dużym promieniu powoduje wzrost naprężeń przy podstawie łopatki, ograniczając tym samym prędkość obrotową turbiny. Inny znany tłumik jest typu „Skrzynkowego” i jest podany w książce J.V. Casamassa i R.D. Bent: „Jet aircraft power system.” wyd. 1957., str.354. Tłumik ten jest wykonany w kształcie zbliżonym do prostopadłościanu, pustego w środku, a składają się na niego blaszane wytłoczki, zaspawane między sobą. Kształt tego tłumika odpowiada przestrzeni utworzonej przez powierzchnię szyjek sąsiednich łopatek, ich półek oraz tarczy turbiny. Tłumik skrzynkowy jest umieszczony z wciskiem pomiędzy szyjkami sąsiednich łopatek, który przy ruchach względnych między tłumikiem i szyjkami łopatek wywołuje siły tarcia, a w efekcie następuje stłumienie drgań. Poważną wadą tego typu tłumika, obok trudności wykonawczych, jest utrata własności tłumiących, wskutek ścierania się jego powierzchni w czasie ruchów frykcyjnych. Jeszcze inne znane rozwiązanie tłumienia drgań polega na użyciu specjalnego kształtów zaników łopatek. Łopatki współpracują, między sobą parami, a współpracujące części zamkowe mają jednostronnie nacięte uzębienie przy pozostawieniu gładkiej drugiej strony; części zamkowe sąsiednich łopatek stanowią wzajemne lustrzane odbicie. W wyniku działania zmiennych sił gazowych występują

ugięcia szyjek łopatek, a zatem powstają tłumiące siły tarcia w wyniku względnych ruchów powierzchni stykających się oraz siły prostopadłej od powierzchni ciernej, która stanowi składową reakcji oddziaływania zamka w tarczy turbiny na użębienie zamka łopatki.

Wadą tego rozwiązania są znaczne trudności technologiczne wynikające z konieczności wykonania dwóch kompletów narzędzi do obróbki zamków łopatek. Ponadto łopatki są obciążone dodatkowym momentem zginającym spowodowanym przesunięciem środka ciężkości części opływowej łopatki z osi jej zamka.

Tłumik według wynalazku jest wykonany w postaci wkładki bezwładnościowej umieszczonej z luzem w stanie statycznym pod półkami łopatek.

Wkładka bezwładnościowa pod wpływem reakcji odśrodkowej wywiera siłę na łopatki, która stanowi element tłumiący drgania łopatek. Wartość siły tłumiącej jest duża, ponieważ przyspieszenie dośrodkowe w tym miejscu wynosi kilkadziesiąt tysięcy wartości przyspieszenia ziemskiego. Tłumik odznacza się wielokrotniowym działaniem momentu tłumiącego z uwagi na działanie siły tłumiącej na półkę łopatki, a więc daleko od punktu, w którym łopatka drga. Użycie tłumika obniża naprężenia dynamiczne w łopatkach i zapewnia ich bezawaryjną pracę w szerokim zakresie częstotliwości wzbudzania, przy czym efekt największego tłumienia występuje przy obrotach silnika wywołujących drgania rezonansowe łopatek. Efektywność działania tłumiącego została potwierdzona w czasie prób rezonansowych łopatek turbiny na silniku, które wykazały, że zastosowanie wkładki obniżyło o 30% naprężenia w łopatkach. Inną pozytywną cechą jest stałość efektu tłumienia w czasie, co oznacza, że przy określonej prędkości obrotowej silnika siły tłumiące są stałe niezależnie od dokładności wykonania części oraz stanu zużycia powierzchni współpracującej.

Tłumik według wynalazku charakteryzuje się prostotą technologiczną i łatwą możliwością zmiany kształtu w celu dostrojenia tłumienia i dobrania wydatku powietrza chłodzącego łopatki. Czynniki te odgrywają ważną rolę w procesie dopracowania silnika, gdyż zmniejszają koszt i czas dopracowania. Tłumik może być stosowany także w konstrukcjach już wykonanych, gdyż wprowadzenie go nie pociąga istotnych zmian tarczy turbiny.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia część turbiny w widoku osiowym, a fig. 2 – tę samą część w przekroju wzdłuż linii A-A zaznaczonej na fig. 1.

Tłumik jest wykonany w postaci bezwładnościowej wkładki 1 umieszczonej z luzem pomiędzy szyjkami 2 sąsiednich łopatek i ich półkami 3. Natomiast od strony tarczy turbiny 4 wkładka 1 ma wykonany rowek 5 współpracujący z wąsem 6 wykonanym pomiędzy zamkami 7 na tarczy 4, co zabezpiecza wkładkę 1 przed przesunięciami osiowymi. Masa wkładki 1 jest tak dobrana, aby efekt największego tłumienia występował przy obrotach silnika wywołujących drgania rezonansowe łopatek. Pozostawienie luzu pomiędzy wkładką 1 a szyjkami 2 zapewnia przepływ powietrza chłodzącego. Istnieje także możliwość dozowania tego powietrza poprzez odpowiednie kształtowanie wkładki 1.

Zastrzeżenie patentowe

Tłumik drgań łopatek turbiny gazowej, z n a m i e n n y t y m, że jest wykonany w postaci wkładki bezwładnościowej (1) umieszczonej z luzem w stanie statycznym pod półkami (3) łopatek od strony zamka (7).

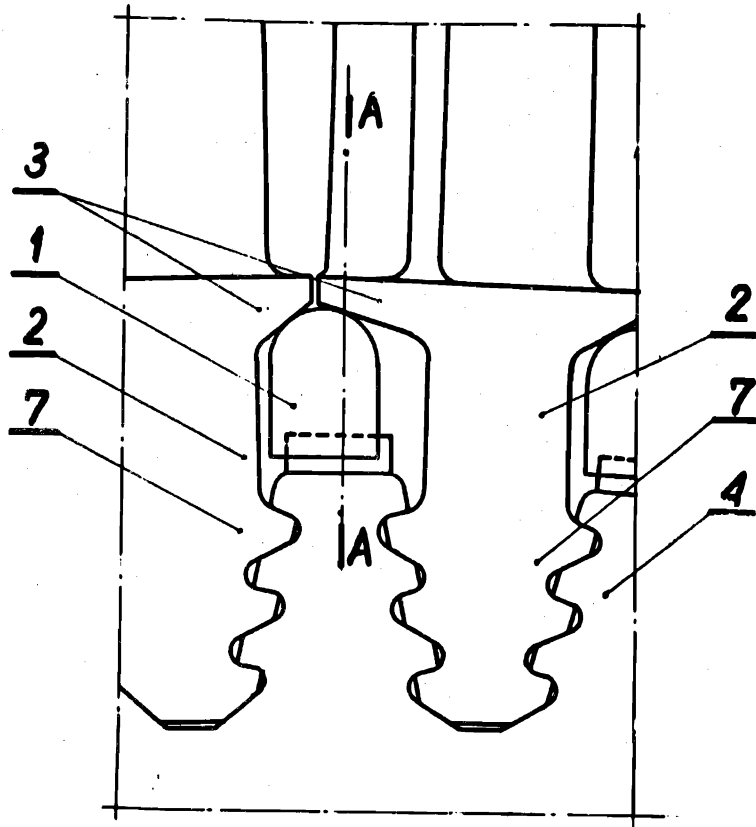


Fig. 1

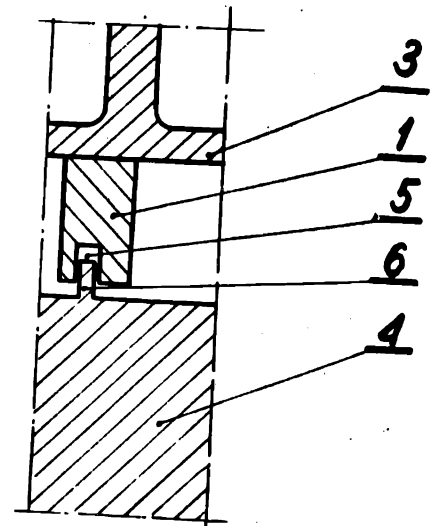
A-A

Fig. 2