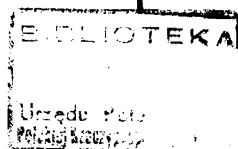


URZĄD PATENTOWY

F 02c 7/00



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 20472.

Kl. 46 f, ~~8/03~~

7/00

Hans Holzwarth
(Düsseldorf, Niemcy).

Łopatka do turbin spalinowych.

Zgłoszono 25 lutego 1932 r.

Udzielono 11 września 1934 r.

Pierwszeństwo: 18 kwietnia 1931 r. (Niemcy).

W budowie turbin spalinowych dążono przez dobranie odpowiedniego składu i sposobu wytwarzania do nadania tworzywu na łopatki możliwie wielkiej wytrzymałości na pełzanie i zmęczenie, ponieważ odpowiednie na łopatki tworzywo winno posiadać oprócz właściwości kujności i obrabialności dostateczną wytrzymałość na rozrywanie i utlenianie oraz dostateczną wydłużalność, ciągliwość i twardość. Podstawą wynalazku jest założenie, że pewne sposoby napędu turbin spalinowych wpływają zasadniczo na zmianę tych właściwości łopatek. Taki sposób napędu ma miejsce w tym przypadku, gdy turbina

spalinowa zostaje napędzana paliwem stałym w postaci pyłu, zwłaszcza zaś pyłem węglowym. Wiadomo powszechnie, że węgiel zawiera mineralne domieszki, to jest takie składniki, które podczas procesu spalania węgla nie ulegają spalaniu, jak np. popiół. Podczas odbywającego się procesu spalania dawki pyłu węglowego w komorze spalania turbiny spalinowej popiół poszczególnych cząstek węgla zostaje stopiony przy występujących wówczas temperaturach spalania, zamieniając się na płynny żużel. Podczas rozprężania się strumienia gazu spalinowego w dyszy kropelki żużla krzepną wskutek ochłodzenia i uderzają

w tym stanie o krawędź łopatki i jej boczną część, która odchyła strumień gazu z jego kierunku wlotu. Twardość bezpostaciowych pierwotnie domieszek jest wprawdzie mała, lecz wzrasta znacznie wskutek stąpienia względnie spiekania i późniejszego nagłego ochłodzenia, wobec czego warunki, jakim winny odpowiadać łopatki pod względem ich wytrzymałości na zdzieranie w tych warunkach pracy, były dotychczas nieznane. O ile w zwykłym napędzie turbin spalinowych zapomocą paliw gazowych i płynnych łopatki, dostatecznie wytrzymałe na pełzanie i zmęczenie, wykazywały również dostateczną wytrzymałość na zdzieranie, o tyle w przypadku stosowania stałego paliwa warunki, jakim winny odpowiadać łopatki, odwracają się; przy dostatecznej wytrzymałości na zdzieranie można uzupełnić warunki, stawiane wytrzymałości łopatek na pełzanie i zmęczenie, przez zastosowanie pewnego zabiegu, polegającego na dodaniu pewnej ilości molibdenu do tworzywa łopatek.

Wychodząc z tych założeń, próbowano w różny sposób powiększyć wytrzymałość łopatek na zdzieranie. W celu powiększenia granicy elastyczności tworzywa na łopatki, poddane działaniu temperatur, zachodzących podczas spalania paliwa, stosowano pierwotnie tworzywo, składające się w przybliżeniu z 65 części wagowych niklu, 15 części wagowych chromu, 10 części wagowych żelaza i 7 części wagowych molibdenu, które to łopatki zaopatrywano w twardą powłokę przez chromowanie drogą galwaniczną, jednakże tworzywo to nie dało pomyślnych wyników. Następnie badano wpływ poszczególnych składników stopu, zwłaszcza wolframu, na własności tworzywa łopatki. Dwa tworzywa, których zawartość wolframu wynosiła 2,38% względnie 5,13%, nie dały zadowalających wyników. Przytem tworzywo o większej zawartości wolframu posiadało molibden o zawartości, wynoszącej 6,35%.

Opierając się na doświadczeniach stwierdzających, że zawartość kobaltu w tych stopach powoduje powstanie niezmiernie twardych tworzyw, umożliwiających jednakże ich obróbkę mechaniczną, poddano próbom tworzywa, zawierające kobalt w ilości do 60%, molibden w ilości do 10% i wolfram w ilości do 5%. Okazało się jednakże, że i te tworzywa także nie posiadają dostatecznej wytrzymałości na zdzieranie.

Jednocześnie próbowano zmniejszyć wielkość odchyłania strumienia gazów spalinowych na wlocie przez powiększenie promienia łuku wgłębienia łopatki, wskutek czego łopatka wypadła szersza. Mimo osiągniętego w ten sposób zmniejszenia naprężeń w łopatce nie osiągnięto jednakże dobrych wyników zapomocą podanych wyżej tworzyw.

Przeprowadzone następnie szeregi prób, polegające na chłodzeniu łopatek, także nie dały dobrych rezultatów, gdyż chłodzone łopatki zostały podczas pracy znacznie zdarte.

Przeprowadzono również dalsze próby z łopatkami, powleczonemi twardymi warstwami. W ten sposób wypróbowano utwardzane łopatki z powłokami, składającymi się z chromu, niklu i żelaza. Mimo chłodzenia łopatek stawały się one znowu miękkie i były po krótkim czasie nagryzione.

Dalsze próby, polegające na powiększeniu zawartości wolframu ponad 5%, dały wreszcie dobre wyniki. Okazało się zwłaszcza, że łopatka, wykonana z utwardzonego stopu, składającego się z 18% wolframu, 2% wanadu, 3% glinu, 4% chromu, 1% molibdenu i 72% żelaza, zawierającego zwykłe domieszki węgla, krzemu i t. d., poddana stałemu działaniu strumienia czynnika napędowego, nie wykazała uszkodzeń; twardość łopatki była przytem zachowana najlepiej zapomocą chłodzenia jej podczas ruchu. Ponieważ stopy z po-

dobną zawartością jedynie chromu i molibdenu zawiodły, należy dobry wynik próby przypisać znacznej stosunkowo zawartości wolframu, a mianowicie powyżej 15%.

W myśl wynalazku otrzymuje się zatem wytrzymałą na zdzieranie łopatkę, zwłaszcza łopatkę do turbin spalinowych na paliwo w postaci pyłu, o ile bok łopatki, o który uderza strumień czynnika napędowego przy wlocie do przestrzeni między łopatkami i który powoduje zmianę kierunku przepływu tego strumienia, jest wykonany ze stopu wolframowego z zawartością wolframu powyżej 15% oraz o ile ten bok łopatki jest chłodzony. Bardzo dobry stop otrzymuje się przy zawartości wolframu, wynoszącej 15 — 20%, zawartości wanaadu, wynoszącej 1 — 3%, zawartości glinu, wynoszącej 2 — 4% i reszty żelaza ze zwykłymi jego domieszkami. Bardzo dobry stop, składający się z 18% wolframu, 2% wanaadu, 3% glinu, 4% chromu, 1% molibdenu i 72% żelaza, może w myśl wynalazku zawierać dodatki chromu w granicach od 0 do 20% i molibdenu w granicach od 1 — 10%, przyczem odpowiadające im zawartości żelaza odpowiednio maleją.

Po osiągnięciu dodatnich wyników prób ze stopami wolframowymi, zawierającymi wolfram powyżej 15%, dokonano jeszcze uzupełniających prób, polegających na powiększaniu w dalszym ciągu zawartości wolframu. Przytem otrzymano bardzo dobre stopy z zawartością wolframu w granicach od 85 do 90%. Ponieważ takie stopy wskutek wielkiej zawartości wolframu są bardzo drogie, próbowano wykonać z nich tylko tę część łopatki, w której następuje jej nagryzanie, mianowicie część łopatki, na którą trafia strumień czynnika napędowego przy wlocie do przestrzeni między łopatkami, gdzie zostaje zmieniony kierunek przepływu tego strumienia, podczas gdy pozostała część łopatki, tak zwa-

na część rdzeniową, została wykonana ze zwykłych stopów stalowych. Ta próba dała dobre wyniki wówczas, gdy połączenie pomiędzy boczną częścią łopatki i jej częścią rdzeniową odpowiadało wysokim termicznym naprężeniom; takie połączenie wykonano zapomocą lutowania twardym lutem względnie zapomocą spawania. W myśl wynalazku wskazane jest zatem wykonanie łopatki, której chłodzona część, wystawiona na działanie trafiającego ją strumienia czynnika napędowego przy wlocie do przestrzeni między łopatkami i zmieniająca kierunek przepływu tego strumienia, jest wykonana ze stopu wolframowego, zawierającego więcej niż 15% wolframu, natomiast pozostała część łopatki, a mianowicie jej rdzeń, ze stopu stalowego. Boczna część łopatki i jej rdzeń są połączone zapomocą lutowania twardym lutem względnie zapomocą spawania.

Bardzo dobre wyniki wykazuje łopalka, której zawartość wolframu, wynosząca np. 85—90% stopu wolframowego, tworzącego boczną część łopatki, jest wyższa, niż zawartość wolframu stopu stalowego, tworzącego rdzeń łopatki, która wynosi 15 — 20%.

Na rysunku przedstawiono kilka przykładów wykonania przedmiotu wynalazku. Fig. 1 przedstawia łopatkę, wykonaną całkowicie z jednego stopu wolframowego w widoku zboku, fig. 2 — poziomy przekrój wzdłuż linii II—II na fig. 1, a fig. 3 — pionowy przekrój wzdłuż linii III—III na fig. 2, fig. 4 — widok zboku łopatki z boczną częścią, wykonaną ze stopu o większej zawartości wolframu, fig. 5 — poziomy przekrój wzdłuż linii V—V na fig. 4, a fig. 6 — pionowy przekrój wzdłuż linii VI—VI na fig. 5.

Na fig. 2 strzałka 1 oznacza kierunek przepływu strumienia czynnika napędowego. Jak wykazały doświadczenia, łopatki w dotychczasowym wykonaniu były w miejscach 2 i 3, czyli na krawędzi wlotowej i

na tej części powierzchni łopatki, na której strumień zmienia kierunek przepływu nadany mu przy wlocie, mocno nagryzane. W myśl wynalazku unika się nagryzania łopatki w miejscach 2 i 3, jeśli te części łopatki są wykonane ze stopu wolframowego, zawierającego więcej niż 15% wolframu, a jako bardzo dobra okazała się łopatka, wykonana ze stopu, zawierającego 18% wolframu, 2% wanadu, 3% glinu, 4% chromu, 1% molibdenu i 72% żelaza, przyczem żelazo zawiera, oczywiście, zwykle domieszki w postaci węgla, manganu, krzemu i t. d. W celu utrzymania twardości tworzywa łopatki 4, zastosowane jest jej chłodzenie. Czynnik chłodzący dopływa kanałem 5 w podstawie łopatki, chłodząc krawędź wlotową 2 wskutek dalszego przepływu wzdłuż tej krawędzi w wydrążeniu 6, a następnie chłodzi cały wysoko natężony bok łopatki wskutek przepływu wzdłuż podłużnego wydrążenia 7, do którego przepływa przez poprzeczne wydrążenie 8 łopatki. Ogrzany w łopatce czynnik chłodzący odpływa kanałem 9. Kanały 5 i 9 są przytem wykonane w kadłubie wirnika, co nie jest uwidocznione na rysunku.

Dalszy przykład wykonania łopatki, według fig. 4 — 6, odpowiada przykładowi wykonania łopatki według fig. 1 — 3, z tą jednak różnicą, że boczna część 10 łopatki, na którą trafia strumień czynnika napędowego przy wlocie do przestrzeni 11 między łopatkami i na której zmienia swój kierunek przepływu, jest wykonana ze stopu wolframowego o zawartości wolframu przekraczającej 15%, podczas gdy pozostała część łopatki, mianowicie rdzeń 12 łopatki, jest wykonana ze stopu stalowego. Najlepsze wyniki uzyskuje się, gdy boczna część 10 łopatki jest wykonana z 85—90% stopu wolframowego, a rdzeń 12 łopatki ze stopu stalowego, zawierającego około 18% wolframu, przyczem stop, z którego jest wykonany rdzeń 12 łopatki, może poza tem zawierać te same składniki, jak w

przykładzie wykonania według fig. 1 — 3. Utwardzona łopatka jest w ten sam sposób chłodzona, jak łopatka w wykonaniu według fig. 1 — 3.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Łopatka do turbin spalinowych, zwłaszcza do turbin spalinowych, napędzanych zapomocą paliwa w postaci pyłu, znamienna tem, że boczna część łopatki (2, 3), na którą trafia strumień czynnika napędowego przy wlocie do przestrzeni między łopatkami, zmieniając na niej swój kierunek przepływu, jest wykonana ze stopu wolframowego, zawierającego więcej niż 15% wolframu, przyczem najlepiej jest, gdy łopatka, w celu zachowania twardości jej tworzywa, jest chłodzona.

2. Łopatka według zastrz. 1, znamienna tem, że boczna część (2, 3) łopatki jest wykonana ze stopu wolframowego, składającego się z 15 — 20% wolframu, 1—3% wanadu, 1—4% glinu i w pozostałej części z żelaza, zawierającego zwykle domieszki w postaci węgla, manganu, krzemu i t. d.

3. Łopatka według zastrz. 1 i 2, znamienna tem, że boczna część (2, 3) łopatki składa się ze stopu wolframowego, zawierającego 15—20% wolframu, 1—3% wanadu, 2—4% glinu, oraz dodatki chromu i molibdenu, a w pozostałej części z żelaza z jego zwykłymi domieszkami, przyczem zawartość chromu wynosi 0—20%, a zawartość molibdenu 0—10%.

4. Łopatka według zastrz. 1—3, znamienna tem, że boczna część (2, 3) łopatki jest wykonana ze stopu wolframowego, składającego się z 18% wolframu, 2% wanadu, 3% glinu, 4% chromu, 1% molibdenu i 72% żelaza z jego zwykłymi domieszkami.

5. Łopatka według zastrz. 1—4, znamienna tem, że jest całkowicie wykonana ze stopu wolframowego.

6. Odmiana łopatki według zastrz. 1,

znamienna tem, że boczna część (10) łopatkki jest wykonana ze stopu wolframowego, zawierającego więcej niż 15% wolframu, a rdzeń łopatkki ze stopu stalowego.

7. Odmiana łopatkki według zastrz. 6, znamienna tem, że boczna część (10) łopatkki i jej rdzeń (12) są połączone ze sobą zapomocą lutowania twardym lutem lub zapomocą spawania.

8. Odmiana łopatkki według zastrz. 1, 6 i 7, znamienna tem, że zawartość wolframu w stopie wolframowym, z którego wykonana jest boczna część (10) łopatkki, jest większa niż zawartość wolframu w

stopie stalowym, z którego wykonany jest rdzeń (12) łopatkki.

9. Odmiana łopatkki według zastrz. 1, 6—8, znamienna tem, że zawartość wolframu w stopie wolframowym, z którego wykonana jest boczna część (10) łopatkki, wynosi 85—90%, a zawartość wolframu w stopie stalowym, z którego wykonany jest rdzeń (12) łopatkki, wynosi 15—20%.

Hans Holzwarth.
Zastępca: Dr. inż. M. Kryzan,
rzecznik patentowy.

Fig. 1

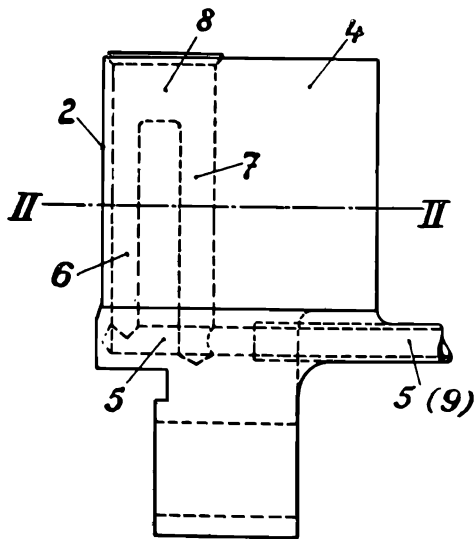


Fig. 3

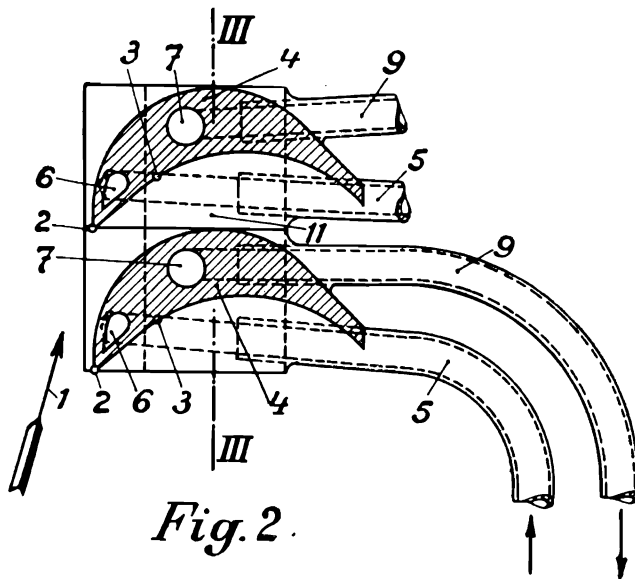
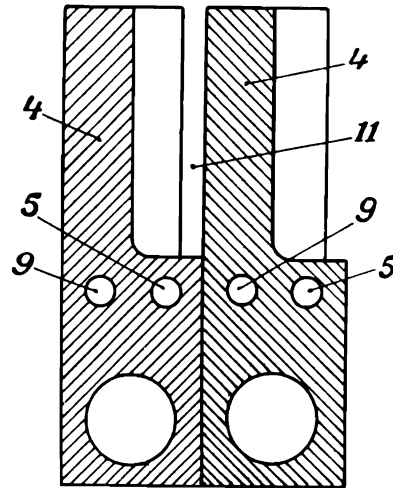


Fig. 2.

Fig. 4

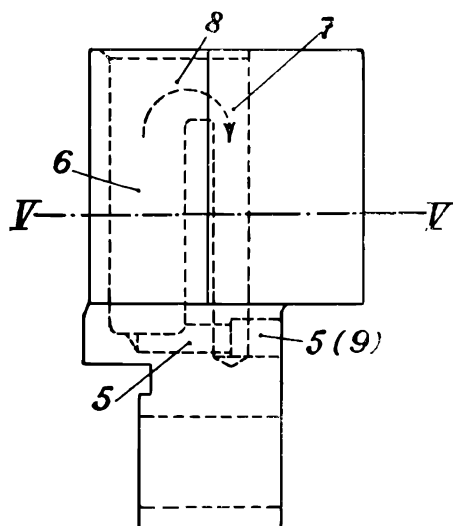


Fig. 6

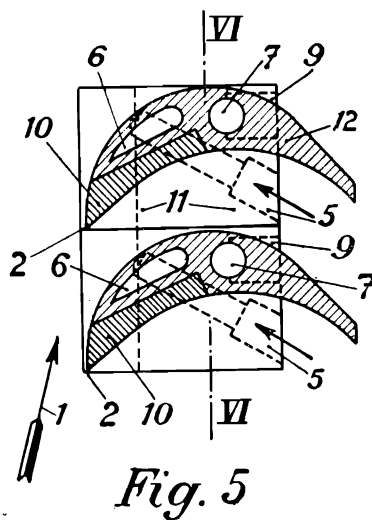
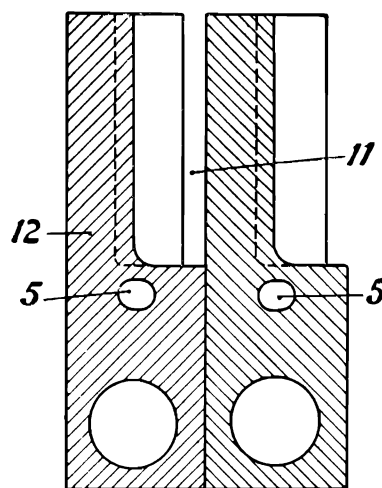


Fig. 5