

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2003-2964
(22) Přihlášeno: 30.10.2003
(30) Právo přednosti: 31.10.2002 US 10/284,358
(40) Zveřejněno: 10.11.2004
(Věstník č. 11/2004)
(47) Uděleno: 12.04.2010
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: 19.05.2010
(Věstník č. 20/2010)

(11) Číslo dokumentu:

301 677

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.:
F01D 11/00 (2006.01)
F01D 9/02 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

US 5816776 A; RU 2039879 C; RU 2036312 C; US 2857132 A; US 4457668 A.

(73) Majitel patentu:

GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady, NY,
US

(72) Původce:

Farrell Alison Carol, Niskayuna, NY, US
Hofer Douglas Carl, Clifton Park, NY, US
Lathrop Norman Douglas, Ballston Lake, NY, US
Overbaugh Raymond Kenneth Jr., Berne, NY, US
Parry William Thomas, Saratoga Springs, NY, US
Robertson Kenneth James, Broadalbin, NY, US

(74) Zástupce:

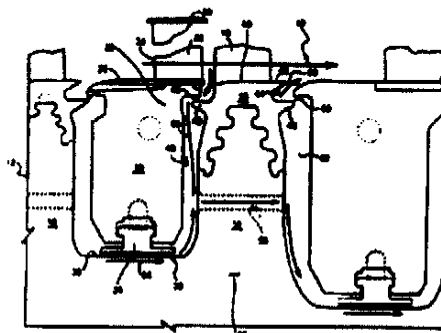
JUDr. Otakar Švorčík, Hálkova 2, Praha 2, 12000

(54) Název vynálezu:

**Turbína s těsněním průtokového kanálu a
usměrňovači toku**

(57) Anotace:

Turbína (12) obsahuje rotor (14) a má podél rotoru (14) axiálně rozmístěná kola (16), která mají namontováno množství kruhově rozmístěných lopatek (18). Průtokový kanál (10) turbíny (12) má vytvořena kořenová radiální těsnění (42, 44) uspořádaná pro minimalizaci unikajícího toku a sekundárních aerodynamických ztrát mezi tryskami (24) umístěnými na straně proti proudu a tryskami (24) umístěnými na straně po proudu, v polohách radiálně dovnitř v kořenové oblasti průtokového kanálu (10). Výstupní usměrňovač (62) toku na každé lopatce (18) usměrňuje výstupní radiální tok v převážně axiální směru a tím minimalizuje tok, vnikající do průtokového kanálu (10) následkem čerpání způsobeného rotorem (14). Navíc kořenová zaoblení (74) lopatky (18), umístěná v poloze proti proudu, a vodící hrany (76) trysky jsou vyhlazené nebo zkosené. Tím se minimalizuje vyčnívání výběžků do průtokového kanálu (10) v ustáleném provozním stavu. Na lopatkách (18) je uspořádána doplňková vstupní kořenová axiální lamela (70) pro snížení koeficientu proudění a zajištění dalšího snížení unikajícího toku. Řešení se dále týká uspořádání průtokového kanálu (10) turbíny (12).



CZ 301677 B6

Turbína s těsněním průtokového kanálu a usměrňovači toku

Oblast techniky

5

Vynález se týká uspořádání průtokového kanálu turbíny, které využívá vlastností laminárního proudění v průtokovém kanálu a těsnění, a podrobněji se týká uspořádání průtokového kanálu parní turbíny pro minimalizaci unikajícího toku a sekundárních aerodynamických ztrát v kořenových oblastech trasy páry.

10

Dosavadní stav techniky

Průtok turbínou v kořenovém zaoblení je definován jednak vnitřními pásy nebo prstenci trysek a obtékanými plochami na plošinách kořenů pracovních lopatek rotoru. Jakýkoliv tok tekutiny unikající z průtokového kanálu v kořenovém zaoblení obtéká lopatky a přímo snižuje výkon turbínového stupně. Typický návrh trysky a lopatky, například pro nízkotlakou část parní turbíny, zahrnuje průměr trysky rovný průměru kořene lopatek, což významně zvyšuje pravděpodobnost vzniku protiproudu v ustáleném stavu, čímž se naruší laminární povaha proudění v průtokovém kanálu. Velké mezery v kole také zvyšují čerpací účinek rotoru na unikající toky, a zvětšují tak radiálně vnikající tok, což způsobuje další aerodynamické ztráty. Podrobněji způsobují radiální zpětné proudy způsobené čerpacím účinkem rotoru oddělení toku kapaliny v průtokovém kanálu s následnými aerodynamickými ztrátami. Vzniká tudíž potřeba uspořádání kořenového zaoblení průtokového kanálu turbíny, které minimalizací unikajícího toku a sekundárních aerodynamických ztrát v oblasti kořenového zaoblení průtokového kanálu tekutiny zajistí, že usměrnění toku tekutiny v průtokovém kanálu je podstatně nezávislé na klesání průtokového kanálu.

20

25

Podstata vynálezu

30

Podle výhodného provedení tohoto vynálezu je opatřena kořenová oblast průtokového kanálu, která podstatně minimalizuje narušování toku v průtokovém kanálu, minimalizuje únikový tok a usnadňuje laminární proudění v průtokovém kanálu. Konkrétně kořenová oblast průtokového kanálu zahrnuje vnitřní pás trysek a povrchů plošin na kořenech lopatek. Plochy lopatek vytváří část rybinových čepů lopatek. Každý rybinový čep lopatky obsahuje vstupní a výstupní těsnění kořenové strany umístěné paprskovitě uvnitř ploch a paprskovitě spodní výstupní a vstupní labyrintové těsnění na přiléhajících tryskách. Tato těsnění snižují unikající toky do a z kruhových prostorů mezi kolem rotoru a přiléhajícími tryskami. Kruhové prostory mezi čepy a kolem rotoru na straně jedné a trysky na straně druhé jsou zmenšeny, aby se zmenšil čerpací účinek rotoru a tudíž nežádoucí tok vracející se do průtokového kanálu.

35

40

Bude oceněno, že kombinované unikající toky procházejí mezi tryskami a lopatkami pro vstup do prostoru kola ve směru proti proudu, kde se tok kombinuje se ztrátovým tokem skrz těsnící kroužek ve směru proti proudu, pro průchod otvorem kola do prostoru kola ve směru po proudu. Unikající tok do výtlačného prostoru kola částečně uniká do průtokového kanálu tekutiny po úniku radiálním těsněním kořene. Je opatřen usměrňovač výstupního toku přiléhající k výstupnímu radiálnímu těsnění kořene, který minimalizuje narušení průtokového kanálu snížením radiální složky vnikajícího toku, tj. vracející se unikající tok do průtokového kanálu má značně velkou nebo převládající axiální složku proudění ve srovnání s radiální složkou proudění. Převládající axiální složka proudění minimalizuje narušení proudění kapaliny v průtokovém kanálu. Usměrňovač výstupního toku je značně důležitý, jak se totiž těsnící schopnost snižuje s časem, vrací se do průtokového kanálu tekutiny větší vnikající proudění. Usměrňovač výstupního toku slouží také ke zmenšení axiální vzdálenosti mezi lopatkou a dalším stupněm trysky, čímž usnadňuje laminární proudění v průtokovém kanálu.

45

50

Každá lopatka má také vstupní zaoblení kořene, které se zvětšuje axiálně ve směru po proudu a radiálně dovnitř, aby se minimalizoval nebo eliminoval jakýkoliv přesah vstupu průtokového kanálu do dráhy tekutiny opouštějící odtokovou hranu vnitřního okraje sací trysky. To minimalizuje možnost axiálního dopředu směřujícího osazení v ustáleném stavu, kde by takové osazení mohlo přerušit proudění kapaliny v průtokovém kanálu. Vstupní průměr kořene lopatek je tudíž na sací straně menší než průměr kořene výstupu trysky na výtlačné straně. Podobně vstupní průměr kořene výtlačné trysky leží radiálně uvnitř odtokové hrany povrchu sací plochy. Toto rovněž zabraňuje rušení v proudění kapaliny v průtokovém kanálu a poskytuje robustnost mezi výstupem lopatky a vstupem trysky.

Navíc je na vodící hraně plošiny lopatky opatřena kořenová axiální těsnící lamela vstupu, která zajišťuje další snížení koeficientu proudění, čímž se dále sníží unikající tok. Axiální těsnící lamela také zmenšuje axiální vzdálenost mezi tryskou a lopatkou, aby se zlepšily charakteristiky laminárního proudění tekutiny v průtokovém kanálu.

Ve výhodném provedení tohoto vynálezu je poskytnuta turbína, která zahrnuje rotor s oběžnými koly uspořádanými axiálně s namontovaným množstvím dokola rozmístěných pracovních lopatek, přičemž rotor je otočný kolem své osy, axiálně rozmístěné sady trysek s kruhově rozmístěnými profily křídel a vnitřními a vnějšími pásy na svých protilehlých stranách, přičemž axiálně rozmístěné lopatky a sady trysek tvoří alespoň dvojici axiálně oddělených stupňů turbíny, přičemž lopatky mají čepy pro upevnění lopatek na kolech rotoru a plošiny podél radiálních vnitřních konců lopatek, přičemž plošiny, profily křídel a lopatky částečně definují průtokový kanál pro proudění tekutiny turbínou, čepy lopatek na jednom z montážích výběžků kol směřujících obecně axiálně k jedné ze sad trysek podél míst radiálně dovnitř plošin, trysky jedné z těchto sad nesou ozubení labyrintu, které spolu s výběžky tvoří těsnění ke snížení unikajícího toku z průtokového kanálu do prostoru kola mezi jedním kolem a jednou sadou trysek.

V dalším výhodném provedení tohoto vynálezu je poskytnuto usměrňující uspořádání průtokového kanálu pro kořenové oblasti průtokového kanálu turbíny, zahrnující rotor otočný kolem osy a upevnění množství lopatek rozmístěných dokola, axiálně dokola rozmístěné sady trysek s profily křídel rozmístěnými dokola s vnitřními a vnějšími pásy rozmístěnými axiálně ve směru po proudu od lopatek, přičemž lopatky mají rybinové čepy pro vzájemné upevnění rotoru a lopatek a plošiny podél svých radiálních vnitřních pásů, přičemž plošiny a vnitřní pásy částečně definují kořenovou oblast průtokového kanálu pro proudění tekutiny turbínou, rybinové čepy lopatek zahrnují výstupní usměrňovače toku podél výtlačné strany rybinových čepů pro usměrnění unikajícího toku tekutiny z prostoru kola mezi rybinovými čepy a tryskami do průtokového kanálu v převážně axiálním směru po proudu.

V dalším výhodném provedení tohoto vynálezu je poskytnuta turbína, která zahrnuje rotor otočný kolem osy a montáž množství dokola rozmístěných lopatek s plošinami podél svých radiálních vnitřních konců, axiálně dokola rozmístěné sady trysek s dokola rozmístěnými profily křídel s vnitřními a vnějšími pásy, přičemž plošiny, lopatky, vnitřní a vnější pásy a profily křídel částečně definují průtokový kanál pro tok tekutiny turbínou, sada trysek je umístěna axiálně ve směru po proudu od lopatek a vodící hrany plošin lopatek leží radiálně uvnitř odtokových hran sady trysek, které je ve směru proti proudu.

Přehled obrázků na výkresech

50

Vynález bude blíže vysvětlen prostřednictvím konkrétních příkladů provedení znázorněných na výkresech, na kterých představuje

obr. 1 částečný bokorys části turbíny, zobrazující kořenové oblasti průtokového kanálu turbíny se zlepšeným uspořádáním těsnění podle výhodného provedení tohoto vynálezu a

obr. 2 jeho zvětšený částečný průřez.

5

Příklady provedení vynálezu

Nyní s odkazem na obrázky, konkrétně na obrázek 1, je zobrazena vnitřní nebo kořenová oblast průtokového kanálu 10 označená šipkou turbíny 12. Energetická tekutina, například pára, proudí v průtokovém kanálu 10 ve směru šipky. Turbína 12 zahrnuje rotor 14 otočný kolem horizontální osy a množství axiálně rozmístěných oběžných kol 16 rotoru, z nichž každé nese množství dokola rozmístěných pracovních lopatek 18 namontovaných na rybinových čepch 20 v základně pracovních lopatek pro vytvoření rybinových spojů s oběžnými koly 16. Na obrázku 1 je také zobrazena stacionární část 22 turbíny, zahrnující axiálně rozmístěné sady trysek 24. Každá sada trysek 24 má dokola rozmístěné stacionární profily 26 křídel namontované mezi vnitřními obvodovými pásy 28 a vnějšími obvodovými pásy 29. Trysky také nesou vnitřní lamely 30 umístěné mezi oběžnými koly rotoru a čepy 20 axiálně přilehlých pracovních lopatek 18. Následkem toho každá tryska 24 a výtlačná sada pracovních lopatek 18 tvoří stupeň trysky, přičemž v turbínové části turbíny je mnoho stupňů trysek. Jak je běžné, jsou poskytnuty těsnící kroužky 34 mezi stacionární částí, např. vnitřními lamelami 30 a povrchem 36 rotoru mezi oběžnými koly 16 rotoru pro utěsnění únikových průtokových kanálů mezi stacionárními a otočnými částmi. Segmenty 34 těsnících kroužků mají typicky množství zoubků 38 labyrintového těsnění, které se v průběhu času opotřebovávají.

25

Na obrázku 1 bude oceněno, že kořenová oblast průtokového kanálu 10 zahrnuje vnitřní obvodové pásy 28, a plošiny 40 v základně každé pracovní lopatky 18. Mezi výstupními částmi odtokové hrany trysek a vstupními částmi vodicí hrany pracovních lopatek se nutně objeví mezery, stejně jako mezi částmi odtokové hrany pracovních lopatek a částmi vodicí hrany trysek. Tyto mezery mezi otáčejícími se a stacionárními komponentami představují únikové průtokové kanály pro tekutinu proudící v průtokovém kanálu 10 a aerodynamické ztráty v kořenové oblasti průtokového kanálu 10.

30

Aby se minimalizoval unikající tok a sekundární aerodynamické ztráty, a aby se zajistila podstatná laminárnost proudění tekutiny v průtokovém kanálu bez narušení unikajícími toky, je poskytnuto uspořádání kořenového těsnění podle výhodného provedení tohoto vynálezu. Uspořádání kořenového těsnění zahrnuje na každém rybinovém čepu 20 lopatky vstupní kořenový radiální těsnící montážní výběžek 42 a výstupní kořenový radiální těsnící výběžek 44. Každé radiální kořenové těsnění tudíž zahrnuje axiálně protáhlý montážní výběžek 42 nebo 44, který spolu se zoubkem labyrintu a přilehlým stacionárním dílem snižuje unikající toky u pracovních lopatek. Konkrétně kořenový radiální těsnící montážní výběžek 42 na vstupní straně přispívá spolu se zoubkem 46 labyrintu vytvořeným na straně ve směru proudu trysky 24, nacházející se proti proudu, k utěsnění unikajících toků do prostoru 48 kola mezi rybinovým čepem 20 lopatky a vnitřní lamelou 30, umístěnou na straně proti proudu, a tudíž tvoří vstupní kořenové radiální těsnění 43 (Obrázek 2). Podobně ozubení 50 labyrintu na protiproudové straně trysky nacházející se po proudu přispívá s kořenovým radiálním výběžkem 44 na výstupní straně k vytvoření kořenového radiálního těsnění na výstupní straně, obecně označeného 45, pro snížení unikajícího toku do prostoru 52 kola mezi rybinovými čepy 20 a vnitřní lamelou 30 umístěnou po proudu. Jak je zobrazeno na obrázcích, radiální těsnění 43 a 45 vstupní a výstupní strany se nacházejí radiálně uvnitř kořenové oblasti průtokového kanálu 10. Bude uznáno, že ozubení 46 a 50 labyrintu a vstupní a výstupní těsnění 43 a 45 mají prstencové uspořádání. Jak je také zobrazeno, prostory 48 a 52 kola jsou minimalizovány v axiálním směru, aby se snížil čerpací účinek rotoru. Čerpací účinek rotoru v axiálním směru vytváří radiální proudění, které narýsuje proudění tekutiny v průtokovém kanálu a způsobuje nepříznivé aerodynamické ztráty.

45

50

Jak je zobrazeno na obrázku 1, únikové průtokové kanály zahrnují unikající tok mezi těsnícím kroužkem 34 umístěným proti proudě a rotorem 14, jak je vyznačeno šipkou 54. Unikající tok 54 se spojuje s unikajícím tokem mezi tryskou proti proudě a lopatkami po proudě, označeným šipkou 56, pro průchod otvorem 58 v kole do prostoru 52 kola mezi oběžným kolem 16 a vnitřní lamelou 30. Čerpací účinek způsobuje, že část unikajícího toku proudí radiálně ven do tekutiny v průtokovém kanálu 10, jak je vyznačeno šipkou 60. Radiální proudění ven způsobuje narušení průtokového kanálu nebo rušení proudění tekutiny v průtokovém kanálu s následnými aerodynamickými ztrátami. Aby se minimalizovaly tyto ztráty, je na odtokové hraně každé lopatky opatřen usměrňovač 62 výstupního proudě. Usměrňovač 62 výstupního proudě zahrnuje radiální vnitřní povrch 64 tvarovaný a uspořádaný tak, aby radiální vnější ztrátový tok vstupoval do průtokového kanálu 10 převážně v axiálním směru, tj. snižuje radiální složku proudění unikajícího do průtokového kanálu 10. Rušení průtokového kanálu radiálním vnějším unikajícím tokem je tudíž minimalizováno. Toto je důležité také proto, že kapacita prstencového těsnění 34 se časem snižuje kvůli kontaktu s ozubením 38 labyrintu a povrchem 36 rotoru, což způsobuje větší unikající toky a tudíž větší rušivé proudění. Bude také uznáno, že usměrňovače 62 proudění na rybinových čepech 20 tvoří prstence kolem osy rotoru a zmenšují vzdálenost mezi odtokovými hranami pracovních lopatek 18 a vodicí hranou nejbližšího stupně trysek. Posledně zmíněné zlepšuje charakteristiky laminárního proudění tekutiny v průtokovém kanálu 10.

Jak je nejlépe zobrazeno na obrázku 2, na vstupní straně pracovní lopatky je vodicí hrana nebo lamela 70 směřující axiálně proti proudě, která se rozšiřuje radiálně dovnitř ve směru proti proudě, aby ležela radiálně uvnitř výtlačné hrany vnitřního obvodového pásu 28 sací trysky 24. Axiální těsnící lamela 70 na vstupní straně kořene lopatky zajišťuje další snížení koeficientu proudění, což dále snižuje unikající tok. Lamela 70 také snižuje axiální vzdálenost mezi tryskou a lopatkou a zajišťuje zlepšené charakteristiky laminárního proudění tekutiny v průtokovém kanálu 10. Zaoblená lamela 74 na vstupní straně minimalizuje možnost dopředu směřujícího výběžku v proudění tekutiny v průtokovém kanálu 10 v provozních podmínkách ustáleného stavu. Bude tudíž uznáno, že vstupní kořenový průměr lopatky je menší než výstupní kořenový průměr trysky.

Podobně a s odkazem na obrázek 2, zaoblení kořene vstupu trysky nebo vodicí hrany 76 vytváří axiálně proti proudě a radiálně dovnitř se zužující povrch, který končí radiálně uvnitř odtokové hrany plošiny 40 lopatek proti proudě. V proudění tekutiny v průtokovém kanálu 10 se tak udržují proudnice tekutiny, jak tok tekutiny přechází od odtokové hrany lopatek k vodicí hraně vnitřních pásů trysek po proudě.

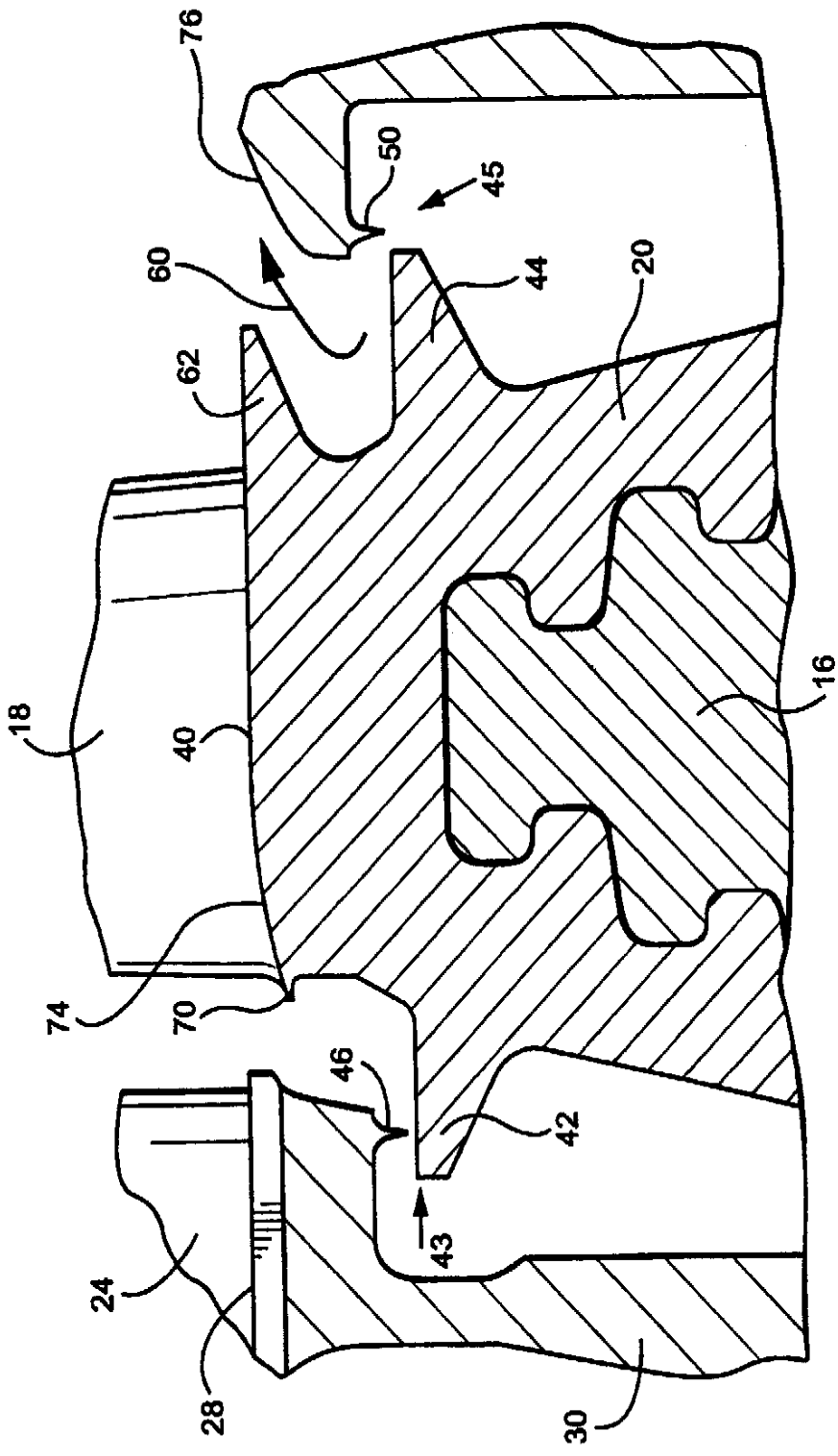
Ačkoliv byl tento vynález popsán prostřednictvím toho, co je v současnosti považováno za nejpraktičtější a nejvýhodnější provedení, není omezen na toto popsané provedení, ale naopak zahrnuje řadu obměn a ekvivalentních uspořádání obsažených v podstatě a rozsahu připojených nároků.

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Turbína (12), obsahující :
- rotor (14) mající oběžná kola (16) uspořádaná axiálně s namontovaným množstvím dokola rozmístěných pracovních lopatek (18), přičemž tento rotor je otočný kolem své osy, axiálně dokola rozmístěné sady trysek (24) s kruhově rozmístěnými profily (26) křídel a vnitřními a vnějšími obvodovými pásy (28, 29) na svých protilehlých stranách, přičemž axiálně rozmístěné pracovní lopatky (18) a sady trysek (24) tvoří alespoň dvojici axiálně oddělených stupňů turbíny,
- 10 uvedené pracovní lopatky (18) mají rybinové čepy (20) pro upevnění pracovních lopatek (18) k oběžným kolům (16) rotoru (14), a plošiny (40) podél radiálních vnitřních konců pracovních lopatek (18), přičemž tyto plošiny (40), profily (26) křídel, vnitřní a vnější obvodové pásy (28, 29) a pracovní lopatky (18) zčásti definují průtokový kanál (10) pro tok tekutiny turbínou, přičemž
- 15 rybinové čepy (20) na oběžných kolech (16) rotoru (14) procházejí axiálně směrem k jedné ze sad trysek (24) a radiálně směrem dovnitř od plošin (40), přičemž na základně jsou opatřeny montážní výběžky (42, 44), trysky (24) z uvedené sady trysek (24) nesou ozubení (46, 50) labyrintu tvořící spolu s výběžky (42, 44) těsnění pro snížení unikajícího toku z průtokového kanálu (10) do prostoru (48) kola mezi jedním kolem a jednou sadou trysek (24), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že
- 20 vodící hrany (70) plošin (40) pracovních lopatek (18) leží ve směru radiálně dovnitř vůči odtokovým hranám vnitřních pásů (28) následujících přiléhajících trysek (24) na straně proti proudu, přičemž
- 25 rybinové čepy (20) pracovních lopatek (18) obsahují výstupní usměrňovače (62) toku vytvořené podél jejich strany ve směru po proudu, mající povrchy pro směřování toku tekutiny do průtokového kanálu (10) převážně ve směru axiálně po proudu,
- 30 usměrňovače (62) toku tvoří prodloužení plošin (40) pracovních lopatek (18) ve směru po proudu, aby se zmenšila mezera mezi pracovními lopatkami (18) a následující přiléhající sadou trysek (24), tvořící část stupně turbíny ve směru po proudu, a
- vodící hrany (76) následujících po proudu přiléhajících trysek (24) leží směrem radiálně dovnitř od uvedených prodloužení plošin (40) pracovních lopatek (18) ve směru po proudu.
- 35 2. Turbína (12) podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že první výběžky (42) procházejí ze strany rybinových čepů (20) ve směru proti proudu a leží radiálně pod ozubením (46) labyrintu jedné sady trysek (24), druhé výběžky (44) procházejí na straně rybinových čepů (20) ve směru po proudu v místě radiálně dovnitř od druhého ozubení (50) labyrintu neseného sadou trysek (24) následujícího stupně ve směru po proudu.
- 40 3. Turbína (12) podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že pracovní lopatky (18) mají vstupní průměry kořene pracovních lopatek (18) menší než průměr kořene výstupu trysky (24) ve směru proti proudu.
- 45 4. Turbína (12) podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vodící hrany (70) pracovní lopatky (18) vyčnívají ve směru proti proudu směrem k následujícím přiléhajícím tryskám (24) ve směru proti proudu, pro zajištění zlepšené charakteristiky laminárního proudění tekutiny v průtokovém kanálu (10).

50

2 výkresy



OBR. 2

Konec dokumentu