



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

212165

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 11 06 80
(21) (PV 4130-80)

(51) Int. Cl.³
G 01 L 27/00

G-oprava

(40) Zveřejněno 29 05 81

(45) Vydáno 15 02 84

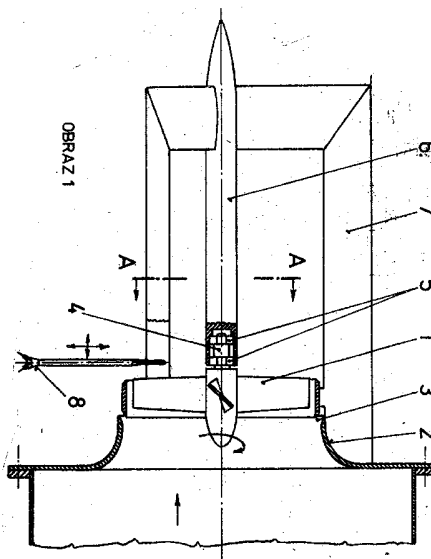
(75)
Autor vynálezu

ČÁMEK JOSEF ing. CSc., PRAHA

(54) Zařízení ke kalibraci pneumatických sond v nestacionárním proudovém poli

Účelem vynálezu je vytvořit proudové pole, které odpovídá proudovému poli za rotory lopatkových strojů, tak aby bylo možno stanovit střední hodnoty parametrů tohoto pole v měřeném místě s dostatečně vysokou přesností bez použití nákladných přístrojů. Uvedeného účelu se dosáhne tím, že pneumatická sonda 8 je umístěna v referenčním místě za generátor nestacionárního proudového pole, jež je tvořen turbínkou 1 vloženou do výstupu dýzy 2 upravené pro odfukování mezní vrstvy šterbinou 3, přičemž hřídel 4 turbínky 1 je uložen na valivých ložiskách 5, která jsou uložena v nosné části rámu. Celkové tlaky a změny absolutní rychlosti proudu pracovního média na výstupu z turbínky 1 se stanoví teoreticky v rozmezí jedné rožteče lopatek turbínky 1 v referenčním místě kalibrování a tyto hodnoty se integrují, přičemž z rozdílu přímo naměřených hodnot pneumatickou sondou 8 a teoreticky stanovených hodnot se vytvoří kalibrační diagramy. Pro teoretický výpočet jsou měřeny staticky ztráty celkového tlaku v rozmezí úplavu proudu za lopatkou turbínky.

Vynálezu je možné využít při měření proudových polí v lopatkových strojích, např. kompresorech, ventilátorech, turbínách a čerpadlech.



Vynález se týká zařízení ke kalibraci pneumatických sond v nestacionárním proudovém poli.

Pro měření vektorů proudu, to znamená velikosti rychlostí a jejich směrů v lopatkových strojích, se ve velké míře používá pneumatických sond. Ze zkušeností je však známo, že údaje tlaků i směrů proudu měřených za rotory lopatkových strojů (kompresorů, turbín, ventilátorů i čerpadel) pneumatickými sondami neodpovídají skutečným středním hodnotám měřených parametrů. V podstatě je toto způsobeno tím, že sondy jsou obvykle kalibrovány ve stacionárním proudu za výstupem dýzy, avšak sonda při měření za lopatkováním rotorů je ve skutečnosti vystavena nestacionárnímu proudovému poli - a pak integruje tlaky - a směru proudu nesprávným způsobem.

Tyto poznatky plynou z vlastní zkušenosti a jsou uváděny v odborné literatuře. Například z měření proudových polí pneumatickými sondami za oběžnými koly turbín vyplývá, že protéká množství pracovního média integrované v celém průtočném průřezu bylo zpravidla větší o 5 až 15 %, než protéká množství naměřené ve zkušební trati clonkou, dýzou nebo Venturiho trubicí. Odchyšky byly různé v závislosti na typu použité sondy, typu stupně turbíny a na vzdálenosti měření od odtokových hran oběžných lopatek turbíny.

Nepřesnost měření parametrů proudu pneumatickými sondami v nestacionárním proudovém poli je také způsobena ovlivněním proudem vlastní velikostí sondy, která sama do jisté míry uškrtí průtočný průřez a při měření proudového pole s velkým rychlostním gradientem se mohou dostat jednotlivé odběry tlaků sondy v nehomogéním rychlostním poli do míst se značně různými hodnotami tlaků, a tak údaje sondy zkreslují skutečné hodnoty parametrů proudu v referenčním místě. Z citovaných údajů jsou známy pokusy o kalibrování pneumatických sond v neustáleném proudovém poli generované různými způsoby.

Například nestacionarita proudového pole byla způsobena rotujícím tělesem vloženým za dýzu, které střídavě odkrývalo a zakrývalo proud média, vystupující z dýzy. Toto bylo realizováno otáčející se provrtanou trubkou, vloženou napříč do proudu. Změnou otáček bylo možné měnit frekvenci pulsujícího proudu. Obdobný způsob byl realizován rotujícími kolíky, uspořádanými radiálně v rotoru, který byl opět vložen za výstup dýzy. Tato a jiná uspořádání však negenerují pulsující proudové pole, které odpovídá charakteristickému proudovému poli, které se vytváří za rotující mříží stupňů lopatkových strojů.

Výše uvedené nevýhody jsou odstraněny zařízením podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že pneumatická sonda je umístěna v referenčním místě za generátor nestacionárního proudového pole, jež je tvořen turbínkou vloženou do výstupu dýzy, upravené pro odfukování mezní vrstvy šterbinou, přičemž hřídel turbínky je uložen na valivých ložiskách, které jsou uloženy v nosné části rámu.

Na výstupu z volně se otáčející turbínky je imitováno proudové pole, které velmi dobře odpovídá proudovému poli za rotory lopatkových strojů a zároveň je možno stanovit střední hodnoty parametrů proudu tohoto pole v měřeném místě s dostatečně vysokou přesností bez použití nákladných přístrojů.

Na obrázcích je znázorněno zařízení ke kalibraci pneumatických sond v nestacionárním proudovém poli. Na obr. 1 je celé sestavení a na obr. 2 je řez A-A tímto zařízením, z něhož je patrné olopatkování turbínky.

Pneumatická sonda 8 (obr. 1) je umístěna za generátor nestacionárního proudového pole, jenž je tvořen turbínkou 1 vloženou do výstupu dýzy 2, která je upravena pro odfukování mezní vrstvy šterbinou 3. Hřídel 4 turbínky 1 je uložen na valivých ložiskách 5, která jsou uložena v nosné části 6 rámu 7. Turbínka 1 přemáhá pouze ztráty třením při průchodu pracovního média olopatkováním a ložiskové ztráty, které jsou malé a zakřivení proudu při průtoku turbínkou 1 je tedy rovněž malé.

Listy lopatek je proto možno provést z nakrouceného plechu. Kalibrace pneumatické sondy 8 spočívá v porovnání přímo naměřených hodnot tlaků a směrů proudu pneumatickou sondou 8 za turbínkou 1 se středními hodnotami těchto parametrů stanovených teoreticky. Je nutné stanovit rychlostní trojúhelníky v rozmezí lopatek na příslušné radiále v místě měření parametrů proudu pneumatickou sondou 8. K tomu je nutné měřit celkový tlak, statický tlak a celkovou teplotu pracovního prostředí před turbínkou 1, otáčky turbíny 1, stanovit ztrátový součinitel olopatkování v rozsahu úplavu za lopatkou a stanovit statický tlak za turbínkou 1.

Úplav za lopatkou se proměří staticky a statickým měřením se rovněž určí hodnoty ztrátových součinitelů v rozsahu úplavu. Integrací vypočtených hodnot celkových tlaků a směrů absolutního proudu za turbínkou v rozmezí rozteče lopatek se stanoví střední hodnoty celkového tlaku a směru proudu, které by měla pneumatická sonda 8 ukázat. Z rozdílu těchto hodnot od hodnot pneumatickou sondou přímo naměřených se stanoví kalibrační diagramy.

Z výše uvedeného je zřejmé, že vhodnou volbou počtu lopatek v turbínce 1 a jejich otáček je možno měnit lopatkovou frekvenci. Vliv poměrné rozteče lopatek na údaj pneumatické sondy 8 je možno realizovat posouváním pneumatické sondy 8 po radiále za turbínkou 1, kde směrem k vnějšímu průměru se hodnota poměrné rozteče lopatek zvyšuje, při konstantní hloubce těživy profilu lopatky, po její délce. Pro jistou zvolenou frekvenci je ovšem nutno zhotovit vždy novou turbínku 1 s příslušně nakroucenými listy lopatek.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Zařízení ke kalibraci pneumatických sond v nestacionárním proudovém poli, vyznačené tím, že pneumatická sonda (8) je umístěna v referenčním místě za generátor nestacionárního proudového pole, jenž je tvořen turbínkou (1) vloženou do výstupu dýzy (2), upravené pro odfukování mezní vrstvy štěrbinou (3), přičemž hřídel (4) turbíny (1) je uložen na valivých ložiskách (5), která jsou uložena v nosné části (6) rámu (7).

1 list výkresů

