



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

206124
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
F 04 D 27/02

(22) Přihlášeno 29 08 79
(21) (PV 5867-79)

(40) Zveřejněno 29 08 80

(45) Vydáno 01 02 84

(75)

Autor vynálezu

VONDRUŠKA MILOSLAV ing., JANČ ZBYNĚK ing.,
KADĚRA VÁCLAV ing., FEIERFEIL JIŘÍ ing.,
MISÁREK DUŠAN ing. a ANDĚRA VRATISLAV ing., PRAHA

(54) Zařízení k ochraně turbokompresoru proti provozu v nestabilní oblasti charakteristiky stroje

Vynález se týká zařízení k ochraně turbokompresoru proti provozu v nestabilní oblasti charakteristiky stroje. Jeho použití je především pro axiální turbokompresory, k zabránění provozu pod mezí pompáže a s rotujícím odtržením proudu vzdušiny.

Turbokompresory jsou stavěny pro provoz ve stabilní části – oblasti charakteristiky stroje, to je pro stlačování většího množství vzdušiny, než odpovídá takzvané mezi pompáže. Při provozu pod mezí pompáže, v nestabilní oblasti charakteristiky stroje, v takzvané „levé větvi“ charakteristiky dochází k velmi složitým aerodynamickým jevům, z nichž nejzávažnější pro bezpečnost provozu je rotující odtržení proudu vzdušiny. Forma i intenzita těchto jevů závisí na mnoha faktorech, například na velikosti stlačení v jednotlivých stupních, na počtu kompresních stupňů, na celkovém stlačení, na hustotě komprimované vzdušiny, na celkovém objemu vnitřních prostor turbokompresoru a dalších variantách uspořádání stroje.

Zvláště složité poměry nastávají u vícestupňových turbokompresorů s vysokým stlačáním v jednotlivých stupních. Dojde-li u těchto strojů k pompáži, zvyšuje se několikanásobně namáhání některých vysoce exponovaných částí stroje jako jsou například rotorové a statorové lopatky, osová ložiska i ostatní součásti stroje. Provoz v nestabilní

části charakteristiky stroje z těchto důvodů větší nou způsobí havarii celého stroje.

Proto se turbokompresory opatřují tak zvanou antipompážní regulací, která má tomuto provozu zabránit. Je známé velké množství systémů antipompážní regulace. Mohou však vzniknout takové provozní podmínky, kdy dosud známé a používané antipompážní regulace nezabrání provozu stroje v nestabilní levé větvi charakteristiky. Tato situace může například vzniknout když dojde ke změně polohy hranice pompáže v důsledku změny teploty, nebo zanesení průtočné části stroje, nebo při změně nerovnoměrnosti proudění na vstupu. Kromě toho například při rozběhu stroje, kdy se automatická antipompážní regulace obvykle odpojuje, stroj může pracovat v nestabilní oblasti charakteristiky. I tato poměrně krátká doba provozu v levé větvi charakteristiky může mít pro turbokompresor velmi vážné následky.

U některých turbokompresorů, zejména větších výkonů je kromě antipompážní regulace navíc ještě další ochranné zařízení. Tato zařízení jsou upravena na indikaci jednotlivých nebezpečných průvodních jevů práce stroje v nestabilní části charakteristiky, jako na příklad zvýšené chvění, kolísání příkonu stroje, namáhání lopatek a zpětné proudění.

Vynález vychází z dosavadního známého stavu

techniky a řeší ochranu turbokompresoru proti provozu v nestabilní oblasti charakteristiky stroje zařízením, jehož podstata spočívá v tom, že tepelné a teplotní čidlo umístěné v průtočné části statoru turbokompresoru tvoří stíněný termočlánek, který je na čelní náběhové straně proudící vzdušiny po celé ploše uzavřen a který má upraven v odtokové části stěny a ve dně alespoň jeden otvor a termočlánek je spojen s vypínacím zařízením hnacího motoru, přičemž hmotnost teplého spoje termočlánků je rozdílná.

Výhody uvedeného zařízení spočívají zejména v tom, že je schopno indikovat oba základní aerodynamické jevy provázející provoz turbokompresoru v nestabilní oblasti to je pompáž i rotující odtržení proudu vzdušiny. Zařízení je výrobně jednoduché, provozně spolehlivé a vyžaduje minimální nároky na údržbu a seřizování. Přesto, že zařízení je prostorově úsporné a má nízké pořizovací náklady, jeho velkou výhodou je rychlost zásahu při přechodu provozu turbokompresoru do levé větve charakteristiky stroje.

Příklad provedení předmětu vynálezu je znázorněn na připojeném výkresu, kde na obr. 1 je schematicky znázorněno uspořádání zařízení v bočním řezu turbokompresorem, na obr. 2 je znázorněn řez termočlánkem a na obr. 3 je znázorněno umístění stíněného termočlánku na věnci statorových lopatek.

Turbokompresor 1, který je poháněn elektromotorem 2 má v průtočné části statoru mezi statorovými lopatkami 3 umístěno tepelné a teplotní čidlo 4. Tepelné a teplotní čidlo 4 je napojeno na ovládací relé 5 vypínacího zařízení 6 elektromoto-

ru 2. Tepelné a teplotní čidlo 4 tvoří stíněný termočlánek, který je na čelní náběhové straně ve směru 7 proudící vzdušiny po celé ploše uzavřen. Na odtokové straně stíněného termočlánku je vytvořen otvor 8 a ve dně stíněného termočlánku je vytvořen další otvor 9. Tím se dosáhne toho, že tepelné a teplotní čidlo 4 registruje nejen okamžitou teplotu proudící vzdušiny, ale také integruje množství tepla, které je mu z proudící vzdušiny předáváno. Toto uspořádání zamezuje nežádoucímu vypnutí stroje při takovém jednorázovém nepatrném odtržení proudu, které není pro turbokompresor nebezpečné a ke kterému může dojít na příklad při spouštění stroje, nebo při regulačních změnách. Další integrování tepla a změna parametrů čidla 4 je dosažena rozdílnou hmotností teplého spoje 10 stíněného termočlánku. Změnou hmotnosti teplého spoje 10 termočlánku se mění časová konstanta čidla 4 a tím i okamžik zásahu ochranného zařízení turbokompresoru. Pro každý turbokompresor je třeba provést experimentální ověření hmotnosti teplého spoje termočlánku a zvolit čidlo 4 s optimální časovou konstantou. Stíněný termočlánek s vytvořeným otvorem 8 na odtokové straně a dalším otvorem 9 ve dně představuje tepelné a teplotní čidlo 4 se směrově nesymetrickou časovou konstantou vzhledem k ose kolmé na směr 7 proudění vzdušiny.

Uvedené zařízení k ochraně turbokompresoru proti provozu v nestabilní oblasti charakteristiky stroje podle vynálezu lze kombinovat s jinými ochranami, jako například s ochranou proti zmenšení radiálních vůlí mezi rotorovými lopatkami a státorem.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zařízení k ochraně turbokompresoru proti provozu v nestabilní oblasti charakteristiky stroje, sestávající nejméně z jednoho tepelného a teplotního čidla a vypínacího zařízení, vyznačující se tím, že tepelné a teplotní čidlo (4) umístěné v průtočné části statoru (3) turbokompresoru tvoří stíněný termočlánek, který je na čelní náběhové straně

proudící vzdušiny po celé ploše uzavřen a který má upraven v odtokové části stěny a ve dně alespoň jeden otvor (8, 9) a termočlánek je spojen s vypínacím zařízením (6) hnacího motoru (2), přičemž hmotnost teplého spoje (10) termočlánků je rozdílná.

