

SLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

240748

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴
F 16 P 7/02

[22] Přihlášeno 21 11 84

[21] (PV 8922-84)

[40] Zveřejněno 16 07 85

[45] Vydáno 15 08 87

(75)

Autor vynálezu

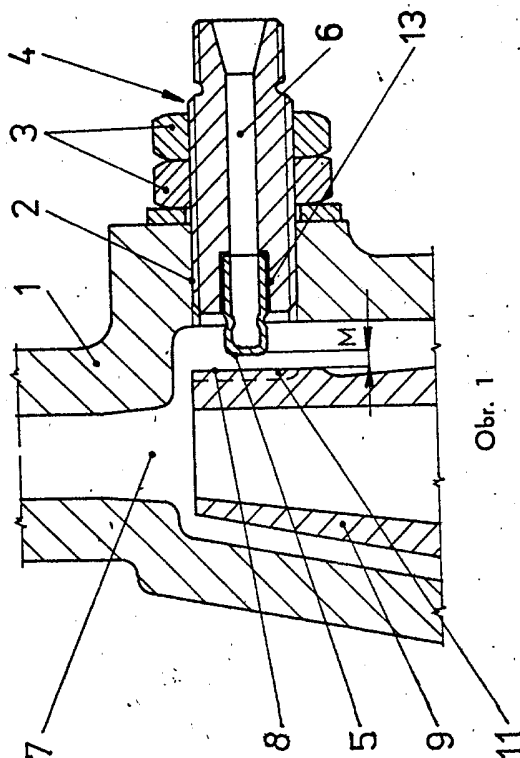
DVOŘÁK PAVEL; BERAN JAROMÍR ing.; ŠÍDLA PAVEL ing., PRAHA

(54) Dotykové zabezpečovací zařízení lopatkových strojů, zejména turbokompresorů

1

Řešení se týká impulsního čidla, uchyteného na statoru, které zabezpečuje lopatkový stroj, zejména turbokompresor při vzniku náhlého porušení přípustné radiální či axiální vůle rotoru či statoru. Vlastní čidlo může být vytvořeno na tlakovém principu (tlakový spínač) nebo na elektrickém principu a je nastaveno na velikost přípustného posuvu. Jde však vždy o zařízení dotykové. Rotační plocha protilehlá čidlu je opatřena nejméně jednou radiálně příčnou drážkou, jejíž šířka je větší než průměr čela impulsního čidla a hloubka je alespoň 0,5 mm. Impulsní čidlo je s výhodou axiálně odpruženo.

2



Obr. 1

Vynález se týká dotykového zabezpečovacího zařízení k ochraně lopatkového stroje, zejména turbokompresoru proti nadměrnému posuvu jeho rotoru vůči statoru.

U rotačních strojů, na rozdíl od strojů s vratným pohybem činné části, dochází ke styku mezi rotorem a státorem pouze v ložiskách, v některém případě pak ještě také ve styčných plochách kontaktních ucpávek. V jiných místech je rotor a stator od sebe oddělen určitou vůlí. Velikost této vůle mezi rotorem a státorem v některých místech nemá vliv na vlastnosti stroje; v jiných místech je však naopak třeba dodržet určitou minimální vůli, protože její zvětšení by mělo za následek zhoršení vlastností stroje, vedlo by ke zvýšení ztrát, snížení stupně komprese, snížení objemové účinnosti a podobně. Snaha po minimalizaci vůle mezi rotorem a státorem v rozhodujících místech vede na druhé straně ke zvětšení rizika havárie. Vzhledem k vysokým obvodovým rychlostem, které mívají hodnotu až několika set m/s není možno připustit, aby došlo ke styku mezi rotorem a státorem v důsledku nadměrného posuvu rotoru vůči statoru, to znamená většího posuvu, než je velikost příslušné vůle mezi státorem a rotorem.

Nadměrný posuv rotoru může mít řadu příčin. Může být například způsoben porušením ložiska, může být způsoben náhlou nesouměrnou deformací skříně statoru a podobně. Aby se zabránilo následkům nadměrného relativního posuvu rotoru vůči statoru, bývají turbokompresory vybaveny zvláštním zařízením, které zajistí odstavení poháněcího stroje, jestliže v kontrolovaném místě dojde ke snížení vůle mezi rotorem a státorem pod minimální přípustnou hodnotu.

Tato zabezpečovací zařízení jsou v podstatě dvojího druhu: dotyková a bezdotyková.

Bezdotykové hydraulické zabezpečovací zařízení pracuje v podstatě tak, že tlakové médium, a to obvykle tlakový olej nebo vzduch, proudí tryskou, která je upevněna na statoru a nastavena proti některé rotační ploše rotoru. Pokud nedojde k posuvu rotoru vůči statoru, nemění se velikost vůle mezi ústím trysky a rotující plochou rotoru a tlak média se nemění. Dojde-li však k posuvu rotoru, změní se velikost vůle a tato změna vyvolá změnu velikosti tlaku pracovního média. Při překročení nastavené hodnoty dá napojený tlakový spínač impuls k odstavení poháněcího stroje.

Bezdotykové elektrické zabezpečovací zařízení využívá změny magnetické indukce nebo změny elektrické kapacity v závislosti na změně velikosti mezery mezi rotující plochou a příslušným magnetickým nebo kapacitním snímačem, který je uchycen na statoru.

Bezdotykové zabezpečovací zařízení je poměrně složité, z provozního hlediska velmi

náročné a měřidlo spolehlivé ve srovnání s dotykovým zabezpečovacím zařízením, které je značně jednodušší a spolehlivější. U dotykového zabezpečovacího zařízení proti rotační ploše rotoru, jejíž případný relativní posuv má být indikován, je ve statoru uchyceno čidlo, jehož čelo je vytvořeno ze snadno mechanicky porušitelného materiálu. Toto čidlo je proti rotující ploše nastaveno s vůlí, která v podstatě odpovídá maximální velikosti přípustného posuvu rotoru. Pokud dojde k relativnímu posuvu rotoru většímu, než je velikost nastavené vůle, dotykem čidla s rotující plochou dojde k mechanickému rozrušení čidla, které způsobí odstavení stroje a tím zamezí další posuv rotoru. U elektrických čidel je na čele čidla například umístěn vodič, jehož přerušování rozpojí elektrický obvod, což dá impuls k odstavení poháněcího stroje. U hydraulických čidel má čidlo svou vnitřní dutinu pomocí čela z křehkého materiálu oddělenou od vnitřních prostor stroje, takže při porušení čela dojde ke změně tlaku ve vnitřní dutině čidla a napojený tlakový spínač dá impuls k odstavení stroje.

Obecně lze říci, že předností dotykových zařízení tohoto druhu je především jednoduchost konstrukčního řešení, které neobsahuje žádné pohyblivé části. Známá dotyková zařízení k ochraně lopatkového stroje mají však i některé nedostatky, které se objeví za určitých provozních situací, takže není vyloučeno jejich selhání. Takováto situace nastane např. tehdy, když nežádoucí přiblížování rotoru ke statoru se děje postupně a tedy pomalu. Nepatrným tlakem na čelo čidla dochází k jeho vysokému vyhrátí, které pak při zmenšené křehkosti se částečně deformuje aniž dojde k jeho fyzickému rozrušení. Čidlo pak nedá včasný impuls k odstavení stroje, i když mezitím došlo k překročení hranice minimální vůle mezi státorem a rotorem.

Uvedená situace, kdy se předepsaná vůle v provozu pozvolna překračuje až dojde k havarijní situaci není sice běžná, ale je třeba s ní — jak ukazuje praxe — vážně počítat.

Ochranu lopatkových strojů i při těchto situacích řeší provedení dotykového zabezpečovacího zařízení podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že na rotační ploše protilehlé čelu impulsního čidla je vytvořena alespoň jedna radiálně příčná drážka, jejíž šířka je větší než průměr čela impulsního čidla a hloubka alespoň 0,5 mm.

Impulsní čidlo je s výhodou jemně axiálně odpruženo např. tlačnou pružinkou, nebo uložení konce čidla v tělese čidla pomocí těsnicí, ale pružné hmoty, např. pryže.

Výhodou dotykového zabezpečovacího zařízení k ochraně lopatkového stroje podle vynálezu je vysoká spolehlivost za všech provozních situací, zejména když se pře-

lá vůle mezi lopatkou a statorem přechází pomalu a tedy nenápadně. Další výhodou je okolnost, že řešení podle vynálezu lze použít k ochraně proti nadměrnému jak axiálnímu, tak radiálnímu posuvu rotoru vůči statoru.

Na připojených schematických obrázcích jsou znázorněny příklady provedení dotykového zabezpečovacího zařízení k ochraně lopatkového stroje podle vynálezu. Na obr. 1 je znázorněn podélný řez stupněm radiálního turbokompresoru vybaveného tímto zařízením při použití tlakového impulsního čidla a na obr. 2 pak půdorys z obr. 1. Na obr. 3 je znázorněna schematicky část dotykového tlakového bezpečnostního zařízení v alternativním provedení použitého k ochraně stroje při překročení přípustného radiálního posuvu rotoru vůči statoru.

V příkladu provedení na obr. 1 a 2 je na statoru 1 pomocí závitu 2 uchyceno a matricemi 3 fixováno impulsní čidlo 4, jehož koncová část je vyrobena ze skla a pevně zatmelena v tělese čidla 4. Koncová část čidla 4 tvoří tlakové rozhraní mezi vnitřní dutinou 6 čidla 4 a vnitřním prostorem 7 stroje. Vnitřní dutina 6 čidla 4 je propojena s tlakovým spínačem (nezakreslen). Čidlo 4 je nastaveno tak, že mezera M mezi jeho čelem 5 a protilehlou rotující plochou 8 na čele oběžného kola 9 (obr. 1, 2), nebo na válcové ploše rotoru 10 (obr. 3) má velikost přípustného posuvu rotující plochy 8 vůči statoru 1. Na rotující ploše 8 protilehlé čelu 5 čidla 4 je vytvořena radiální příčná drážka 11 o šířce L, která je větší než šířka D čela 5 čidla 4 a jejíž hloubka h je 1 mm.

Radiální příčná drážka 11 vytváří ve styku s rotující plochou 8 hranu 12. Na obr. 3 znázorněná koncová část čidla 4 ze skla je v tělese čidla 4 uložena pomocí pružného těsnicího elementu 13, který je v příkladu provedení vytvořen z epoxykaučuku.

Funkce zařízení spočívá obecně v tom,

že tlakový spínač (neznázorněn) propojený s čidlem 4 odstaví poháněcí stroj, dojde-li ke změně tlaku ve vnitřní dutině 6 čidla 4. Změna tlaku nastane mechanickým rozrušením čela 5 čidla 4 jestliže je překročena mezera M, tj. přípustný relativní posuv rotoru 10 vůči statoru 1 a čelo 5 čidla 4 se dostane do destrukční zóny točícího se rotoru 10.

Při postupném, pomalém přibližování se čela 5 čidla 4 k protilehlé rotující ploše 8 nedojde však vždy k čelnímu rozrušení skleněného čela 5 čidla 4, ale naopak vzniklým teplem dochází k postupné nedestruktivní deformaci jeho čelní plochy. Stačí však nepatrné přerušení kontaktu mezi čelem 5 čidla 4 a rotující plochou 8 vlivem vytvořené radiálně příčné drážky 11 na rotující ploše 8, aby došlo při následném nepatrném zvětšení posuvu rotoru 10 k rozrušení čela 5 čidla 4 o hranu 12 této příčné drážky 11. Jde přitom o působení řady vlivů jako je vyrovnávání pružných deformací, teplotní dilatace apod. Experimentálně bylo zjištěno, že k zajištění uvedených účinků stačí jedna příčná drážka 11 definovaného umístění a rozměru.

Obdobně jako u dotkových zařízení k ochraně lopatkových strojů proti nadměrnému posuvu rotoru 10 vůči statoru 1 pracujících na principu změn tlaku, a proto vybavených tlakovým spínačem, lze řešení s příčnou drážkou 11 na rotující ploše 8 protilehlé čidlu 4 použít i systémů elektrických, pracujících na principu mechanického přerušení jemného elektrického vodiče v destrukční zóně mezi statorem 1 a rotorem 10.

K zvýšení účinků vyvolaných pružnými deformacemi je výhodné použít odpruženého čidla, které v kontaktu s příčnou drážkou 11 po předchozí pružné deformaci způsobené kontaktem s rotující plochou 8 se vůči své ose axiálně zvětšuje a jeho destrukce o hranu příčné drážky 11 je okamžitá.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Dotkové zabezpečovací zařízení lopatkového stroje zejména turbokompresoru, k ochraně proti nadměrnému posuvu rotoru vůči statoru obsahující čidlo uchycené na statoru, přičemž funkční dotková část čidla je zhotovena z křehké, elektricky nevodivé hmoty, na níž je navlečen tenký elektrický vodič, případně z uzavřené skleněné trubičky, tvořící koncovou součást pevně zatmelenu do tělesa tlakového snímače, která je propojena s přetlakovou větví dopravovaného plynu, případně s tlakovým médiem z cizího zdroje, přičemž je čidlo nastaveno proti protilehlé rotační ploše ro-

toru s vůlí, která se rovná přípustné velikosti axiálního, případně radiálního posuvu rotoru vůči statoru, vyznačující se tím, že rotační plocha (8) protilehlá čelu (5) impulsního čidla (4) je opatřena nejméně jednou radiálně příčnou drážkou (11), jejíž šířka (L) je větší než průměr (D) čela (5) impulsního čidla (4) a hloubka (h) je alespoň 0,5 mm.

2. Dotkové zabezpečovací zařízení lopatkového stroje podle bodu 1, vyznačující se tím, že impulsní čidlo (4) je axiálně odpruženo.

