



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

198436

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³

F 16 D 33/02

(22) Přihlášeno 22 12 76

(21) (PV 8500-76)

(40) Zveřejněno 17 09 79

(45) Vydáno 30 08 82

(75)

Autor vynálezu

TESAŘ VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Hřídelová spojka pro náhlé a často opakované vypínání a zapínání

Předmětem vynálezu je spojka pro přenos otáčivého mechanického pohybu z jednoho hnacího hřídele na druhý hnací hřídel, která je určena zejména pro takový druh provozu, při němž je třeba po nepravidelných, avšak často se opakujících intervalech přenos pohybu rychle přerušovat. Je to druh provozu, vyskytující se například u obráběcích strojů, u náhonů některých pomocných ústrojí motorů dopravních prostředků i v různých regulačních systémech. Při něm jsou kladeny nejvyšší nároky na spojky dnes používaných druhů. Spojka podle vynálezu je zejména výhodná pro ty případy, kdy hnací stroj nemá být při vypnuté spojnici odlehčen: mnohé takové stroje se totiž po odlehčení rozebíhají do vysokých otáček, což je nepříznivé jak přímo s hlediska namáhání a možného porušení jejich součástí, tak i pro namáhání spojky při jejím následujícím opětovném zapínání.

Dnes jsou vypínatelné spojky téměř výlučně prováděny jako spojky třecí. Ty celkem uspokojivě vyhovují kladeným nárokům, pokud vypínání a zapínání právě není náhlé a není často opakováno. Provoz, pro který jsou určeny spojky podle tohoto vynálezu však vede u třecích spojek k rapidnímu poškození třecích povrchů, které ani při zhotovování ze speciálních a nákladných materiálů, a ani s případným nuceným chlazením takový provoz dlouho nevydrží: spojka vyžaduje soustavný odborný dohled a údržbu. Spojka nakonec, přes jednoduchost principu přenosu výkonu třením, není

nikterak levná a její provoz, vyžadující časté demontáže a výměnu třecích obložení, je značně nákladný.

Opotřebení a nutnost častých demontáží nehrozí spojkám kapalinovým, u nichž je na hnacím hřídeli připevněno čerpadlové oběžné kolo, z jehož výstupu postupuje tekutina do vstupu turbinového rotoru, připevněného na hřídeli hnacím. Použitelnost takových spojek pro popsany druh provozu je však omezena tím, že u nich je vypínání a zapínání zpravidla dosahováno vypouštěním a opětovným vpouštěním kapaliny do skříně spojky, což je pomalý proces, vhodný jen pro pozvolné změny.

Navíc je takové uspořádání spojky s vypouštěním kapaliny z pracovní dutiny značně komplikované, a tím nákladné. Řada návrhů v patentové literatuře hledá řešení například v natáčivých lopatkách čerpadlového kola nebo rotoru, nebo ve clonce sestavené z několika segmentů, které se zasouvají do mezery mezi čerpadlovým kolem a turbinovým rotorem a tak znemožňují přenos výkonu z jednoho kola na druhé. Žádné z těchto řešení se však neujalo, především proto, že jsou nutně mechanicky složitá. Spojka v takovém případě vychází vzhledem k výrobní složitosti značně drahá. Ještě důležitějším důsledkem mechanické složitosti je, že provozní zkušenosti ukazují na velmi malou spolehlivost a nízkou životnost takových uspořádání.

V současné době se u nejrůznějších strojů prosazuje elektronické ovládání chodu. Má-li například centrální elektronické řídicí ústrojí ovládat některý

mechanický náhon zapínáním a vypínáním spojky, jsou dnes zpravidla použity elektromagneticky ovládané třecí spojky. Je o nich známo, že mají celou řadu nevýhod. Kromě nevýhod společných všem třecím spojkám, o nichž již byla zmínka výše, je to především značný elektrický příkon, velká hmotnost vinutí a u provedení, kde toto vinutí je uchyceno v některém rotujícím kotouči, potom také velký moment setrvačnosti, nepříznivý při rychlém rozběhu, a potíže s přívodem proudu do rotujících součástí. Je-li vinutí uchyceno v některé pevné části, nelze se obvykle vyhnout mezerám přerušujícím magnetický tok, což s sebou přináší další zvětšení potřebného příkonu.

Řešením této situace je hřídelová spojka pro náhlé a často opakované vypínání a zapínání s čerpadlovým oběžným kolem, spojeným mechanicky s hnacím kolem a s turbínovým rotorem, který je zase spojen s hnaným hřídelem, podle tohoto vynálezu, jehož podstatou je, že mezi výstupem z čerpadlového kola a vstupem do rotoru je rozváděcí proudový prvek sestávající z napájecí trysky, například mezikruhového průřezu ústí, která je napojena průtočnou dutinou a výstupem čerpadlového kola, z nejméně jedné řídicí trysky umístěné tak, že její ústí se nachází po straně ústí napájecí trysky, z kolektoru umístěného proti ústí napájecí trysky a spojeného průtočnou dutinou se vstupem rotoru, a konečně z děliče, který po jedné straně vymezuje hrdlo kolektoru, přičemž řídicí tryska je napojena na přívod ovládacího fluidického signálu.

Dále je podle vynálezu výhodné, jestliže na opačné straně děliče než kolektor je ventilační vývod, přičemž výstup rotoru i ventilační vývod vedou do prostoru, z něhož je přístupný i vstup čerpadlového kola. Dále je výhodné, jestliže některá část rozváděcího proudového prvku tvoří současně také některou část čerpadlového oběžného kola a nebo některou část turbínového rotoru, například vstup čerpadlového kola tvoří současně napájecí trysku, nebo například vstup rotoru tvoří přímo kolektor tak, že hrana krycího kotouče rotoru tvoří dělič. Dále je výhodné, jestliže od ústí napájecí trysky k hrdlu kolektoru probíhá vodicí stěna. Rovněž je výhodné, jestliže od ústí napájecí trysky až do ventilačního vývodu probíhá vodicí stěna. Rovněž je výhodné, jestliže vodicí stěna od ústí napájecí trysky k ventilačnímu vývodu je preferovaná vodicí stěna, mezi jejímž počátkem u ústí napájecí trysky a vlastním ústím napájecí trysky je vyústěna řídicí tryska, kdežto vodicí stěna od ústí napájecí trysky ke kolektoru je vedlejší vodicí stěna, mezi jejímž počátkem u ústí napájecí trysky a vlastním ústím napájecí trysky je odsazení. Dále je výhodné, jestliže vodicí stěna od ústí napájecí trysky ke kolektoru je preferovaná vodicí stěna, mezi jejímž počátkem u ústí napájecí trysky a vlastním ústím napájecí trysky je vyústěna řídicí tryska, kdežto vodicí stěna mezi napájecí tryskou a ventilačním vývodem je vedlejší vodicí stěna. Rovněž je výhodné, jestliže mezi počátky obou vodicích stěn a ústím napájecí trysky je vyústěna alespoň jedna řídicí tryska.

V podstatě je tedy ve spojení podle tohoto vyná-

lezu použito uspořádání obdobné u běžných hydraulických spojek, u něhož se v čerpadlovém oběžném kole na hnacím hřídeli dodá energie pracovní tekutině, z výstupu oběžného kola je potom tekutina přivedena do turbínového rotoru, připevněného na hnacím hřídeli, kde je zase energie tekutiny přeměňována v mechanickou práci. Novinkou je umístění rozváděcího prvku mezi oběma koly, který podle ovládacích signálů může způsobit vyvedení tekutiny mimo turbínový rotor, a tím okamžité přerušení přenosu výkonu. Mechanický rozváděcí ventil by ovšem v této funkci představoval příliš značnou komplikaci, byl by choulostivý, vyžadoval by pravděpodobně obsluhu a údržbu, a byl by možnou příčinou poruch a omezení životnosti. V uspořádání podle vynálezu je však použit čistě fluidický prvek proudového typu bez jakýchkoliv pohyblivých součástí, který uvedené nevýhody vůbec nemá. Vypnutí a zapnutí spojky je zde okamžité a není na ně nutné čekat, jako při vypouštění a napouštění pracovní kapaliny do skříňové spojky. Přitom však rozběh hnaného zařízení je pozvolný, bez rázů, což je umožněno použitím tekutinového přenosu energie. Tento princip také umožňuje, že ani s velkou opakovací frekvencí střídané vypínání a zapínání nezpůsobuje kumulující se poškození, charakteristické pro spojky využívající třecího principu.

Výhoda základní důležitosti, kterou má málokterá jiná myslitelná vypínací spojka, vyplývá z obtočkového charakteru vypínání. I při vypnutém stavu totiž pracovní tekutina stále protéká čerpadlovým kolem; hnací stroj tedy není nikdy zcela odlehčen, jako při vypnuté třecí spojnici, nebo po vypuštění pracovní kapaliny při klasickém vypínání kapalinových spojek, a nerozběhne se tedy do vysokých otáček.

Významnou výhodou potom také je, že použitý rozváděcí prvek má sám o sobě charakter fluidického zesilovače: řízení průtoku tekutiny z výstupu čerpadlového kola do vstupu turbínového rotoru se děje podstatně menším množstvím tekutiny přiváděné do řídicí trysky. K ovládnutí tohoto mnohem menšího průtoku potom stačí celkem nepatrný příkon. Lze tedy spojku podle vynálezu výhodně využít při elektrickém řízení přenosu otáčivého pohybu, kdy lze spojku ovládat malým elektromagnetickým ventilem, který s nízkým potřebným příkonem uzavírá průtok do řídicí trysky. Pro tento řídicí průtok není třeba zřizovat nějaké pomocné čerpadlo nebo dmychadlo. Vzhledem k tomu, že urychlení tekutiny v napájecí trysce nastává přeměnou tlakové energie tekutiny v energii kinetickou, dochází v trysce k poklesu tlaku. Tento nižší tlak způsobuje, že do řídicí trysky, která vychylí proud z napájecí trysky mimo turbínový rotor, je tekutina sama přisávána.

Na připojených výkresech jsou znázorněna v podélném řezu, jako příklad provedení spojky podle tohoto vynálezu, dvě různá provedení, a to na obr. 1 provedení s otevřeným tekutinovým obvodem a na obr. 2 provedení s tekutinovým obvodem

uzavřeným, které je právě ovládáno elektromagneticky přiváděnými elektrickými signály.

Spojka zachycená na obr. 1 je určena pro regulační pohon, pracující s velmi malým přenášeným výkonem, avšak při značně vysokých otáčkách. Jde o případ, kdy jako pracovní tekutiny je možné použít přímo vzduch z okolní atmosféry. Vzduch z výstupu rotoru má v tomto případě ještě natolik značnou kinetickou energii, že může být využíván k chlazení jiných částí zařízení. Celá spojka sestává ze tří součástí, zhotovených technologií přesného odlévání. Je to skříň 1 spojky, čerpadlové oběžné kolo 10 a turbinový rotor 20. Čerpadlové oběžné kolo 10 je nasazeno a drženo maticí na hnacím hřídeli 100. Turbinový rotor 20 je zcela obdobně upevněn na hnaném hřídeli 200, jehož osa A je totožná s osou hnacího hřídele 100. Skříň 1 spojky má zvnějšku jednoduchý válcový tvar. Na tomto vnějším válcovém povrchu je po obvodě šterbina ventilačního vývodu 9, přerušovaná na několika místech po obvodě vzpěrami, které drží část nacházející se blíže turbinového rotoru 20. Také část nacházející se blíže k ose A je držena pouze na vzpěrách, a to na radiálních vzpěrách, odlitých společně s ostatními částmi skříně 1 spojky; jedna z těchto vzpěr je na obr. 1 patrná v kolektoru 8. Uvnitř skříně 1 spojky je uzavřená prstencová dutina – přívodní kanál 66. Ta vyústuje šterbinou, stejně širokou po celém obvodu, která představuje řídicí trysku 6, do prostoru určeného k průtoku vzduchu z výstupu čerpadlového kola 12 buď do vstupu 21 rotoru, nebo do ventilačního vývodu 9.

Když vzduch projde soustavou lopatek čerpadlového oběžného kola 10, přichází z výstupu čerpadlového kola 12 nejprve do napájecí trysky 2, která je zde provedena jako mezikruhová šterbina. Pokud přívodní kanál 66 není otevřen do atmosféry, takže vzduch z atmosféry nemůže být přisáván do řídicí trysky 6, přilne vzduchový proud vytvořený výtokem z napájecí trysky 2 k preferované přídržné stěně 3 a je podél ní veden do ventilačního vývodu 9. Spojka tedy výkon nepřenáší. K vedlejší vodící stěně 4 vzduchový proud nepřilne, neboť tato stěna je od ústí napájecí trysky 2 vzdálena schůdkem – odsazením 5. Teprve otevře-li se klapka, která spojuje prostor přívodního kanálu 66 s atmosférou, popřípadě se zdrojem tlakového vzduchu, vytvoří se výtokem z řídicí trysky 6 řídicí proud, který způsobí odtržení proudu z napájecí trysky 2 od preferované vodící stěny 3 a jeho překlopení na druhou stranu děliče 7 do kolektoru 8. Vzduch potom vstupuje do soustavy lopatek turbinového rotoru 20 a spojka začne okamžitě přenášet výkon na hnaný hřídel 200. Čelo děliče 7 je opatřeno žlábkem, který způsobuje pozitivní zpětnou vazbu: jakmile by pro vzduch, který má vstupovat do lopatek turbinového rotoru 20 v některých provozních stavech bylo snadnější vystupovat alespoň zčásti ventilačním vývodem 9, utvoří se ohybem ve žlábků děliče 7 zpětný proud, který působí na straně řídicí trysky 6 tak, že vrací hlavní vzduchový proud do kolektoru 8.

Na obr. 2 je znázorněna spojka podle tohoto

vynálezu, v níž je jako pracovní tekutina použita kapalina – olej. Tak jako v případě obr. 1 postačuje, vzhledem k osové symetrii, zakreslení pouze horní poloviny spojky nad osou A. Spojka je opět kreslena v podélném řezu, pro jednoduchost a přehlednost nejsou na obr. kresleny oba hřídele, hnací a hnaný, ale pouze lopatková kola, která se na hřídele připevňují. Na hnací hřídel je připevněno čerpadlové oběžné kolo 10 vlevo; na hnaný hřídel je potom připevněn turbinový rotor 20. Tak jako u běžných hydrodynamických spojek, jsou lopatkové systémy uspořádány v podstatě tak, že vstup čerpadlového kola 11 navazuje na výstup rotoru 22 a vstup rotoru 22 navazuje na výstup čerpadlového kola 12. Je zde však zvláštnost: jednak v tom, že vstup čerpadlového kola 11 je širší než výstup rotoru 22, takže umožňuje, aby do lopatek čerpadlového oběžného kola 10 vstupovala i kapalina neprocházející lopatkami turbinového rotoru 20, jednak v tom, že mezi výstupem čerpadlového kola 12 a vstupem 21 rotoru je, tak jako u předešlého obr. 1, zařazen rozváděcí proudový prvek. V tomto případě je však prvek proveden jednodušeji: jeho napájecí tryska 2 není prováděna v nějaké samostatné pevné součásti, ale je tvořena přímo výstupem čerpadlového kola 12, který je již příslušně zúžen. Rozváděcí proudový prvek také nemá samostatný kolektor 8, neboť ten je zde představován přímo vstupem 21 rotoru. Dělič 7 je zde přímo tvořen hranou, kterou na svém obvodě končí krycí kotouč rotoru 23. Tato hrana je opatřena vysoustruženým žlábkem, který má opět úlohu vytváření pozitivní vnitřní zpětné vazby. Pevnými, nerotujícími částmi rozváděcího prvku jsou tedy vlastně jen obě vodící stěny: preferovaná vodící stěna, která vede tekutinový proud z napájecí trysky 2 do kolektoru 8 a vedlejší vodící stěna 4, která proud vede do ventilačního vývodu 9 mimo lopatky turbinového rotoru 20, a to tehdy, jestliže je výtok z napájecí trysky 2 vychylován účinkem výtoku z řídicí trysky 6. Ta je zde tvořena šterbinou mezi čerpadlovým oběžným kolem 10 a pevnou částí, na obr. vyplněnou černě, jejíž stěna tvoří preferovanou vodící stěnu. Do řídicí trysky 6 je přiváděna kapalina odebíraná z mezery mezi obvodem turbinového rotoru 20 a koncem preferované vodící stěny. Z ní je kapalina vedena do řídicí trysky přívodním kanálem 66 v nehybné části spojky, průtok tímto kanálem je ovládán elektromechanickým ovládačem 30. Pokud podtlak na obvodě čerpadlového oběžného kola 10, způsobený kontrakcí ve výstupu čerpadlového kola 12, postačuje k dostatečnému přisávání řídicí tryskou 6, může být tímto ovládačem jednoduše elektromagneticky ovládaný ventil. V případech, kde by odstředivé zrychlení při rotaci kapaliny přitlačovalo příliš silně kapalinu k preferované stěně, lze například uspořádat tento ovládač tak, že obsahuje malé, elektromotorem poháněné čerpadlo. Vedlejší vodící stěna 4 je držena na krátkých lopatkových vzpěrách. V principu by bylo možné se bez této stěny vůbec obejít; bylo by výhodné, že se odstraní případný vliv těchto vzpěr, jakkoliv krátkých, na charakteristiku spojky. Na druhé straně ovšem přilnutí proudu vytékajícího z výstupu čerpadlového kola 12 k této stěně při výtoku

řídícího proudu z řídící trysky 6 usnadňuje překonávání odstředivé síly, která působí na kapalinu a znesnadňuje uvedení spojky do vypnutého stavu. Pokud se podaří uzpůsobit geometrii rozváděcího proudového prvku tak, že Coandův jev přilnutí ke stěně dokáže udržet tekutinový proud z napájecí trysky 2 u vnitřní stěny dráhy pro průtok tekutiny přes vliv odstředivé síly, která se jej snaží naopak přitisknout k vnější stěně, je ovšem výhodné uspořádat vodící stěny naopak, než na obr. 2: do ventilačního vývodu 9 by potom proud vedla preferovaná vodící stěna, zatímco do kolektoru 8, tedy do lopatek turbinového rotoru 20, by jej naopak vedla vedlejší vodící stěna 4. V takovém případě by, vzhledem k podpoře odstředivým zrychlením, stačilo k překlopení prvku do stavu, kdy je proud odtržen od preferované vodící stěny, zvláště nízký řídící příkon. Pak lze rozhodně se obejít bez nějakého pomocného čerpadélka, dopravujícího tekutinu do

řídící trysky 6. Je také možné rozváděcí proudový prvek spojky uspořádat jako bistabilní. Potom nemá žádná z vodících stěn preferenci před druhou. Spojka sama setrvává buď v zapnutém, nebo ve vypnutém stavu. K překlopení z jednoho stavu do druhého postačuje krátký řídící průtokový impuls. Musí potom ovšem být uspořádány dvě řídící trysky 6 na každé straně po jedné napájecí trysky 2.

Spojky podle tohoto vynálezu lze využít v nej-různějších technických oborech, například v oboru obráběcích, textilních nebo jiných výrobních strojů, zejména v různých pomocných pohonech přenášejících celkem malé výkony, ale vyžadujících časté a rychlé ovládání přenosu, zejména elektrickými signály. Podobné použití lze nalézt také například v různých dopravních prostředcích, např. v automobilech.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Hřídelová spojka pro náhlé a často opakované vypínání a zapínání, u níž je s hnacím hřídelem mechanicky spojeno čerpadlové oběžné kolo a s hnaným hřídelem potom turbinový rotor, vyznačující se tím, že mezi výstupem z čerpadlového kola (12) a vstupem rotoru (21) je rozváděcí proudový prvek sestávající z napájecí trysky (2), například s mezikruhovým průřezem ústí, která je napojena průtočnou dutinou s výstupem čerpadlového kola (12) z nejméně jedné řídící trysky (6), jejíž ústí se nachází po straně ústí napájecí trysky (2), z kolektoru (8), umístěného proti ústí napájecí trysky (2) a spojeného s průtočnou dutinou se vstupem rotoru (21), a konečně z děliče (7), který po jedné straně vymezuje hrdlo kolektoru (8), přičemž řídící tryska (6) je napojena na přívod ovládacího fluidického signálu.

2. Spojka podle bodu 1, vyznačující se tím, že na straně děliče (7), odvrácené od kolektoru (8) je ventilační vývod (9), přičemž výstup rotoru (22) i ventilační vývod (9) jsou zaústěny do prostoru, do něhož je zaústěn i vstup čerpadlového kola (11).

3. Spojka podle bodů 1 nebo 2, vyznačující se tím, že část rozváděcího proudového prvku je vytvořena ve formě části čerpadlového oběžného kola (10) a nebo části turbinového rotoru (20), například výstup čerpadlového kola (20) je současně vytvořen ve formě napájecí trysky (2), popřípadě

je vstup rotoru (21) vytvořen ve formě kolektoru (8).

4. Spojka podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že od ústí napájecí trysky (2) k hrdlu kolektoru (8) nebo až do ventilačního vývodu (9) probíhá vodící stěna.

5. Spojka podle bodu 4, vyznačující se tím, že vodící stěna od ústí napájecí trysky (2) k ventilačnímu vývodu (9) je preferovaná vodící stěna (3), mezi jejímž počátkem u ústí napájecí trysky (2) a vlastním ústím napájecí trysky (2) je vyústěna řídící tryska (6), kdežto vodící stěna od ústí napájecí trysky (2) ke kolektoru (8) je vedlejší vodící stěna (4), například uložená v místě, kde mezi jejím počátkem u ústí napájecí trysky (2) a vlastním ústím napájecí trysky (2) je odsazení (5).

6. Spojka podle bodu 4, vyznačující se tím, že vodící stěna od ústí napájecí trysky (2) ke kolektoru (8) je preferovaná vodící stěna (3), mezi jejímž počátkem u ústí napájecí trysky (2) a vlastním ústím napájecí trysky (2) je vyústěna řídící tryska (6), kdežto vodící stěna mezi napájecí tryskou (2) a ventilačním vývodem (9) je vedlejší vodící stěna (4).

7. Spojka podle bodu 4, vyznačující se tím, že mezi počátky obou vodících stěn a ústím napájecí trysky (2) je vyústěna alespoň jedna řídící tryska (6).

