



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

196182

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
F 04 D 29/66

/22/ Přihlášeno 05 06 78
/21/ /PV 3650-78/

(40) Zveřejněno 29 06 79

(45) Vydáno 15 06 82

(75)

Autor vynálezu

LAŠTOVKA LADISLAV ing., MALÁT FRANTIŠEK ing., SEDLÁČEK JAROSLAV ing.
a FEIERFEIL JIŘÍ ing., PRAHA

(54) Turbokompresorové zařízení

1

Vynález se týká turbokompresorového zařízení, sestávajícího nejméně ze dvou sekcí, s rozdílnými vstupními parametry následující sekce ve srovnání s výstupními parametry předcházející sekce, popřípadě s rozdílnými, na sobě nezávislými otáčkami jednotlivých sekcí, z nichž každá je opatřena vlastním antipompážním regulátorem.

Vynález má zvláště význam u osových nebo radiálních turbokompresorů nebo turboexhaustorů velkých výkonů, tedy s nasávaným množstvím zhruba nad 100 000 m³/h.

Obzvláště výhodná je realizace vynálezu u turbokompresorových zařízení, kde se neobvykle širokého rozsahu provozních a výkonových parametrů dosahuje tím, že jednotlivé sekce se vhodným způsobem zapojují do série nebo paralelně, nebo se některé sekce odpojují, anebo se před nebo za takový turbokompresor zapojí další samostatný turbokompresor.

Známy způsob řešení takovýchto turbokompresorových zařízení velkých výkonů spočívá v tom, že se zařízení vybaví takovým počtem samostatných antipompážních regulátorů a jim příslušných přepouštěcích armatur, aby při každém z možných zapojení potrubí napojené na výtlačný kolektor s potrubím napojeným na sací kolektor bylo propojeno přepouštěcím potrubím, ve kterém je umístěna přepouštěcí armatura, ovládaná příslušným vlastním antipompážním regulátorem. Prakticky to znamená, že je nutno použít tolik samostatných antipompážních regulátorů, kolik má stroj sekcí a navíc dále tolik regulátorů, kolik je použito sériových zapojení jednotlivých sekcí, tedy

2

tolik antipompážních regulátorů, kolik má turbokompresorové zařízení přepouštěcích armatur. Impulsem pro zásah antipompážní regulace je buď dosažení určitého nejmenšího přípustného nasávaného množství Q_{APR} , nebo největšího přípustného stlačení ξ_{APR} . Při nastavení antipompážní regulace jsou hodnoty Q_{APR} nebo ξ_{APR} voleny tak, aby byly bezpečně vzdáleny od hodnot nasávaného množství Q_{HP} nebo stlačení ξ_{HP} , při kterém by bylo dosaženo hranice pompáže.

Poloha hranice pompáže na charakteristice, tj. na křivce dané souřadnicemi nasávaného množství a stlačení, čili hodnoty nasávaného množství Q_{HP} a stlačení ξ_{HP} , kdy dochází k pompáži, závisí v podstatě na třech činitelích: na konstrukčních parametrech průtočné části vlastního stroje, na konstrukčních parametrech technologického zařízení, do kterého je vlastní turbokompresor zapojen, a konečně na provozních parametrech. U strojů s neproměnnou průtočnou částí zůstává první faktor konstantní.

Druhý faktor může být podstatně rozdílný na zkušebně dodavatele, kde je použito náhradního zapojení ve srovnání se skutečným zapojením na technologii investora; rozdíly se projeví zejména v dynamice pochodů. Pro nastavení antipompážní regulace má hlavní význam změna provozních parametrů. Uvažuje-li se pro zjednodušení stroj s konstantními otáčkami, a předpokládá-li se komprese stejného média, hranice pompáže bude závislá obecně pouze na tlaku a teplotě na sání turbokompresoru. U jedné sekce nebo u celého turbokompresoru bez mezichlazení je nasávané množství

Q_{HPi} a stlačením ξ_{HPi} na hranici pompáže pouze funkcí tlaku a teploty sání

$$Q_{HPi} ; \xi_{HPi} = f_1/P_{1i}, T_{1i}/$$

u turbokompresoru s mezichlazením mezi jeho jednotlivými sériově zapojenými sekcemi je nasávané množství Q_{HP} a stlačením ξ_{HP} na hranici pompáže příslušné celému turbo-kompresoru ještě funkcí teplot na vstupu do dalších sekcí

$$Q_{HP} ; \xi_{HP} = f/P_{11}, T_{11}, T_{12} \dots T_{1n}/.$$

První číslice v indexu u tlaků "p" a teplot "T" označuje, zda se jedná o vstup do sekce nebo o výstup /1. vstup/; druhá číslice označuje pořadové číslo sekce ve směru od sání první sekce "1" po poslední "n"-tou sekci.

Z hlediska ekonomiky provozu i z hlediska dosažení maximální šíře provozních parametrů je, zvláště u strojů velkých výkonů, důležité, aby bezpečná vzdálenost začátku zásahu antipompážní regulace od hranice pompáže byla minimální, jaká je přípustná s ohledem na dynamiku změn provozních parametrů, a na dynamiku regulačních pochodů. Optimálních poměrů se obecně dosáhne, pokud se hodnoty nastavení zásahu antipompážní regulace korigují tak, aby byly stejnou funkcí stejných provozních parametrů, podle kterých se mění poloha hranice pompáže v poli nasávané množství - stlačení, tedy aby pro korekci platily vztahy: pro tk bez mezichlazení

$$Q_{APRi} ; \xi_{APRi} = f_1/P_{1i}, T_{1i}/,$$

pro tk s /n-1/ mezichlazeními

$$Q_{APR} ; \xi_{APR} = f/P_{11}, T_{11}, T_{12} \dots T_{1n}/.$$

I když v současné době, za pomoci prvků moderní elektronické regulace, je takový způsob korekce technicky proveditelný, je třeba vzít v úvahu, že potřebné korekční závislosti pro široký rozsah Reynoldsova čísla je možno získat pouze experimentální cestou.

Vynález vychází z tohoto známého stavu techniky a řeší uspořádání turbokompresorového zařízení tak, že je propojeno výtlačné potrubí poslední sekce se sacím potrubím první sekce, nebo s vaější atmosférou, popřípadě sání první sekce s atmosférou prostřednictvím společné přepouštěcí armatury ovládané nejméně jedním antipompážním regulátorem jednotlivých sekcí.

Výhodné je uspořádání turbokompresorového zařízení takové, že nejméně jeden antipompážní regulátor je opatřen korekčním členem rozhodující veličiny ovládající přepouštěcí armaturu.

Zvláště výhodné je uspořádání takové, že nejméně jeden antipompážní regulátor je opatřen blokovací členem ostatních antipompážních regulátorů.

Řešení podle vynálezu je výhodné pro turbokompresorová zařízení o velkém výkonu. Při velkých výkonech obzvláště vynikne fakt, že při určování korekčních závislostí stačí podstatně menší počet experimentálních zjišťování charakteristik při různých vstupních parametrech. Není zanedbatelný ani fakt, že se omezi počet případů, kdy při experimentálním zjišťování polohy meze pompáže je nutno nechat turbokompresor pracovat v oblasti pompáže, vzhledem k tomu, že namáhání v některých místech stroje při pompáži se zvýší na mnohonásobek normálních hodnot.

Rozsah experimentálního ověřování je závislý jednak na rozmezí teplot a tlaků, s nimiž je třeba při provozu turbokompresorového zařízení počítat, a dále je závislý na počtu sekcí, pracujících v sériovém zapojení.

Příklad provedení zařízení podle vynálezu je znázorněn na schématu na obr. 1 a obr. 2.

Turbokompresor v tomto příkladě sestává ze dvou sekcí 1 a 2. V sériovém zapojení je sání první sekce 1 sacím potrubím 01-1 přes uzavírací a regulační armaturu 02-1 napojeno na sací kolektor 31. Komprimované médium z první sekce 1 prochází výtlačným potrubím 03-1 do chladiče 05-1, a potom spojovacím potrubím 33 a uzavírací armaturou 34 do sacího potrubí 01-2 druhé sekce 2. Výtlačné potrubí 03-2 druhé sekce 2 je přes uzavírací armaturu 04-2 napojeno na výtlačný kolektor 32. Uzavírací a regulační armatury 04-1, 02-2 jsou uzavřeny. Přepouštění z výtlačného potrubí 03-2 druhé sekce 2 do sacího potrubí 01-1 první sekce 1 při zásahu antipompážního regulátoru 14-1, 14-2 probíhá přepouštěcím potrubím 41 přes přepouštěcí armaturu 42.

Obě sekce 1, 2 turbokompresoru v naznačeném příkladu mohou pracovat také samostatně, a to buď jen jedna z nich, nebo obě paralelně vedle sebe tak, že obě sací potrubí 01-1 i 01-2 jsou napojena na sací kolektor 31 a výtlačná potrubí 03-1 a 03-2 na výtlačný kolektor 32. Uzavírací armatury 34 je při tomto zapojení uzavřena. Při zásahu antipompážního regulátoru 14-1, 14-2 probíhá potom přepouštění přepouštěcím potrubím 11-1 a 11-2 přes přepouštěcí armaturu 12-1, respektive 12-2.

V naznačeném příkladu je pro zjednodušení znázorněno provedení pouze o dvou sekcích 1, 2 s konstantními otáčkami. Impuls pro zásah antipompážního regulátoru 14-1, 14-2 je zde brán ze stlačení ξ_{APR} , realizovaného v dělicím členu 16-1, respektive 16-2, kam je impulsním potrubím 22-1 a 22-2 přiváděn tlak v sání, potrubím 23-1, respektive 23-2 tlak ve výtlačku.

Korekce stlačení ξ_{APR} respektující vliv Reynoldsova čísla děje se v korekčním členu 15-1, respektive 15-2, kam je přiváděn jednak tlak v sání impulsním potrubím 22-1, respektive 22-2, jednak impuls teploty. Z dělicího členu 16-1, 16-2 a korekčního členu 15-1, 15-2 přichází impuls do vlastního regulátoru 14-1, respektive 14-2 a odtud buď do servopohonu 13-1, respektive 13-2 vlastní sekce 1, respektive 2, nebo do servopohonu převodníku 43, který ovládá činnost hlavní přepouštěcí armatury 42. Změna zapojení se děje pomocí přepínačů 17-1 a 17-2, které jsou zařazeny za regulátory 14-1 a 14-2.

Jak je ze schématu patrné, hlavní přepouštěcí armatura 42, to jest ta, která překlenuje dvě nebo více sekcí 1, 2, nemá ani vlastní regulátor, ani vlastní korekční člen. Ve schématu mezi přepínači 17-1, respektive 17-2 a převodníkem 43 hlavní přepouštěcí armatury 42 jsou dále znázorněny blokovací členy 18-1, respektive 18-2.

Jejich funkce spočívá v tom, že v okamžiku, kdy kterýkoliv z regulátorů 14-1 nebo 14-2 dává impuls k zásahu hlavní přepouštěcí armatury 42, dojde k blokování spojení mezi druhým regulátorem 14-1, 14-2 a hlavní přepouštěcí armaturou 42. Použití uvedeného blokování zamezí současné spolupráci dvou nebo více regulátorů 14-1, 14-2, což znamená značné zjednodušení problematiky z hlediska dynamiky regulačních pochodů.

Řešení podle vynálezu, který je na schématu naznačeno pro jeden stroj se dvěma

sekcemi, je možno použít ve všech případech, kde pracují dvě nebo více sekcí v sériovém zapojení, bez ohledu jsou-li tyto sekce součástí jednoho stroje nebo více strojů atd.

Provedení turbokompresorového zařízení podle vynálezu v obecném schématu je zjednodušeně znázorněno na obr. 2. V tomto případě sestává turbokompresorové zařízení z první sekce 1, poháněné elektromotorem 51 s konstantními otáčkami a z druhé sekce 2, poháněné parní turbinou 52 s proměnnými otáčkami.

Sání první sekce 1 je sacím potrubím 01-1 napojeno na sací kolektor 31, komprimované médium z první sekce 1 prochází výtlačným potrubím 03-1 a dále přes mezichladič 05-1 a sací potrubí 01-2 do druhé sekce 2 a z ní pak výtlačným potrubím 03-2 do výtlačného kolektoru 32.

Turbokompresorové zařízení je vybaveno jednou společnou přepouštěcí armaturou 42, která je umístěna v přepouštěcím potrubí 41, které propojuje výtlačné potrubí 03-2, druhé sekce 2 a sací potrubí 01-1 první sekce 1. Každá sekce 1, 2 turbokompresoru je vybavena vlastním samostatným antipompážním regulátorem 14-1 a 14-2.

Antipompážní regulátory 14-1 a 14-2 nejsou napojeny na vlastní přepouštěcí armaturu, která by propojovala výtlač a sání každé sekce 1, 2, ale oba jsou napojeny na společnou přepouštěcí armaturu 42, která propojuje výtlačné potrubí 03-2 druhé sekce 2 se sacím potrubím 01-1 první sekce 1. Přepouštěcí armatura 42 je ovládána buď regulátorem 14-1, nebo regulátorem 14-2, podle toho, ve které sekci 1, 2 bylo dosaženo parametrů /QAPR, ϵ APR/ rozhodných pro zásah antipompážní regulace.

Jak je ze schématu patrné, dostává regulátor 14-1 první sekce 1 impuls jednak od snímače impulsů 16-1, který registruje Δp na cloně 33 ve výtlačném potrubí 03-1, jednak od korekčního členu 15-1, který registruje tlak a teplotu v sacím potrubí 01-1 první sekce 1. Snímač impulsů 16-2 druhé sekce 2 registruje Δp na cloně 34 v sacím potrubí 01-2. Korekční člen 15-2 registruje jednak tlak a teplotu v sacím potrubí 01-2, jednak otáčky. Zařízení znázorněné na schématu č. 2 je vybaveno také blokovacími členy 18-1 a 18-2.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

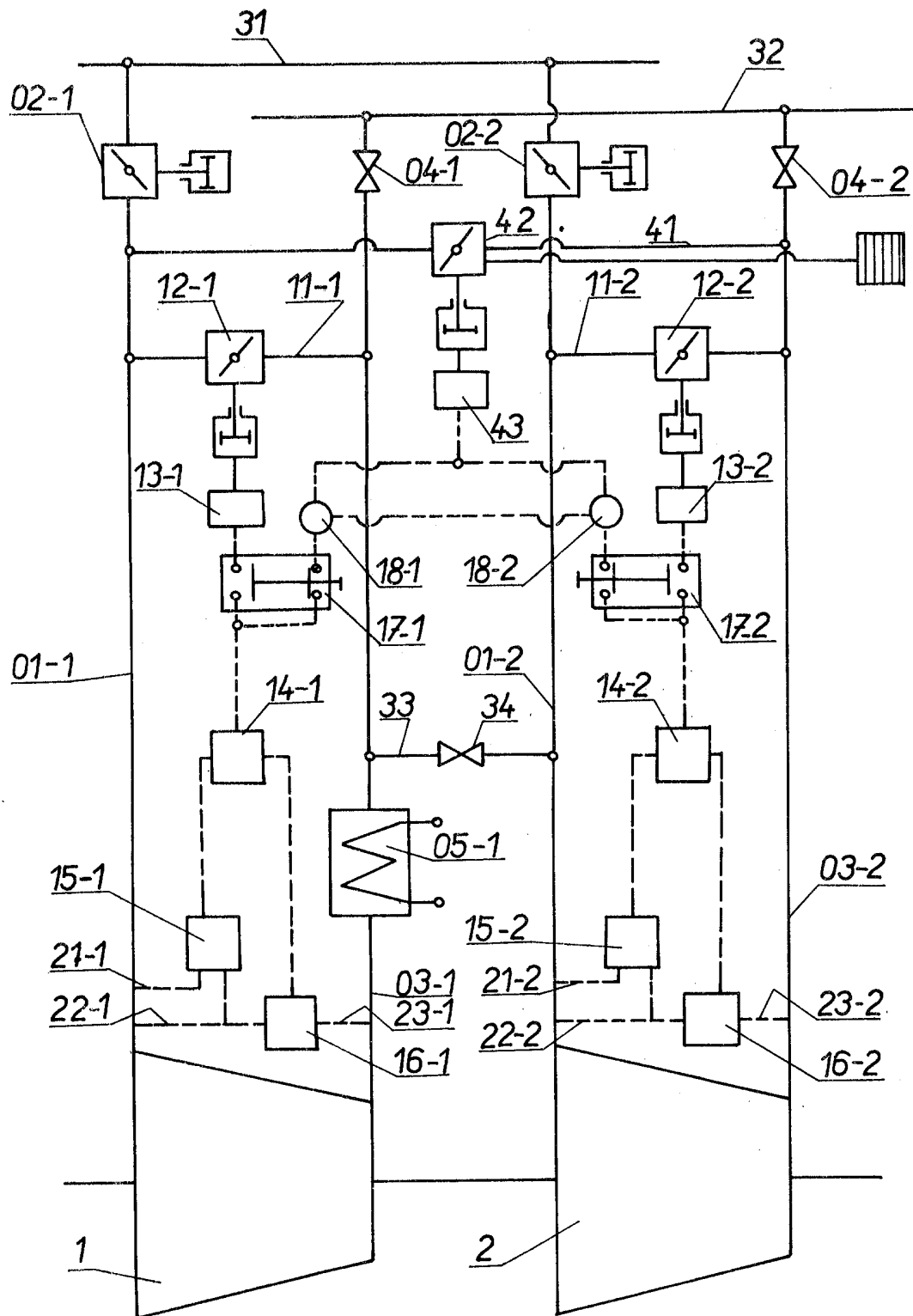
1. Turbokompresorové zařízení sestávají cí nejméně ze dvou sekcí, přičemž vstupní parametry komprimované vzdušiny u druhé nebo kterékoliv další sekce jsou rozdílné ve srovnání s výstupními parametry předcházející sekce, popřípadě s rozdílnými na sobě nezávislými otáčkami jednotlivých sekcí, z nichž každá je opatřena vlastním antipompážním regulátorem, vyznačené tím, že je propojeno výtlačné potrubí /03-2/ poslední sekce /2/ se sacím potrubím /01-1/ první sekce /1/, nebo s vnější atmosférou, popřípadě sací potrubí /01-1/ první sekce /1/ s atmosférou, prostřednictvím společné přepouštěcí armatury /42/ ovládané nejméně

jedním antipompážním regulátorem /14-1, 14-2/ jednotlivých sekcí /1, 2/.

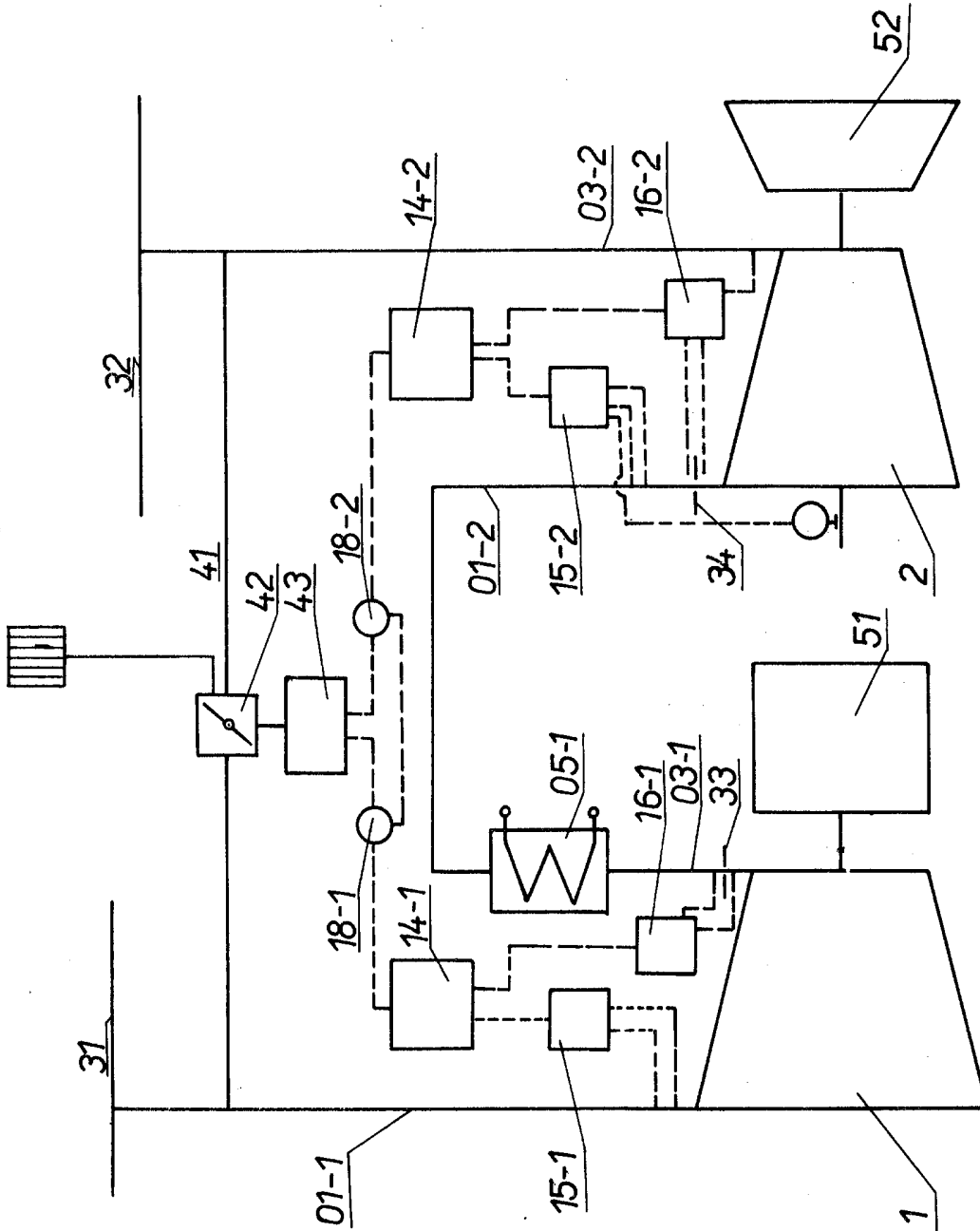
2. Turbokompresorové zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že nejméně jeden antipompážní regulátor /14-1, 14-2/ je opatřen korekčním členem /15-1, 15-2/ snímané veličiny rozhodující pro zásah přepouštěcí armatury /42/.

3. Turbokompresorové zařízení podle bodu 1, 2, vyznačené tím, že nejméně jeden antipompážní regulátor /14-1, 14-2/ je opatřen blokovacím členem /18-1, 18-2/ ostatních antipompážních regulátorů /14-1, 14-2/.

2 listy výkresů



OBR.1



OBR. 2