



**ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY**

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³

F 04 D 15/00

(22) Přihlášeno 04 09 80
(21) (PV 6028-80)

(21) (PV 6028-80)

(40) Zveřejněno 30 04 81

(45) Vydáno 15 06 84

(75)

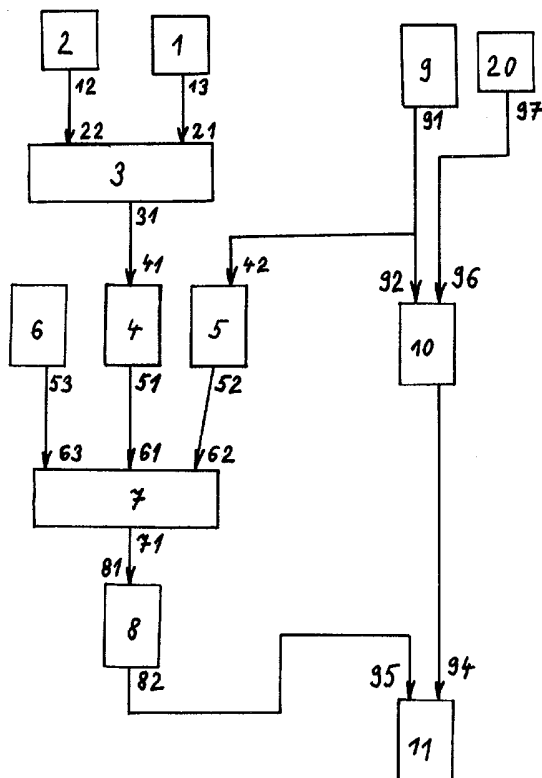
Autor vynálezu

VARCOP LUDVÍK ing. CSc., PRAHA

**(54) Zapojení pro antipompážní regulaci turbokompresorů
nebo turboexhaustorů**

Vynález se týká zapojení pro využití
přídavné regulační veličiny u antipompáž-
ní regulace turbokompresorů nebo turboex-
haustorů.

Pomocí tohoto zapojení se zmenšuje maximální dynamická odchylka regulované veličiny a zvyšuje se stabilita regulace, aniž je nutno omezit povolenou rychlost směru poruchových veličin.



Vynález se týká zapojení pro využití přídavné regulační veličiny u antipompážní regulace turbokompresorů nebo turboexhaustorů.

U současných antipompážních regulací turbokompresorů nebo turboexhaustorů se jako regulované veličiny používá signálu úměrného - alespoň při ustálených poměrech - vstupnímu objemovému průtoku nebo jeho mocnině tlakového poměru na chráněné sekci stroje nebo části stroje, která při ustálených poměrech určuje svým fyzikálním stavem jednoznačně průtokové a tlakové poměry na chráněné části stroje.

Např. u radiálních kompresorů se pro míru objemového průtoku na sání pro pompážní poměry směrodatné sekce používá tlakové difference z průřezových měřidel v sacím traktu nebo tlakové difference na mezichladiči za touto sekci.

U kompresorů sestavených z většího počtu sekcí je při poruchách ustáleného režimu se strany výtlaku stroje regulační odchylka zpožděna proti průběhu poruchy tak, že hlavní antipompážní regulátor musí být nastaven s menší vlivností, než je žádoucí z hlediska minimalizace maximální přechodné regulační odchylky.

U axiálního stroje vytvořeného z většího počtu těles se antipompážní ochrana provádí např. podle poměrů tlaků na chráněné sekci, který může mít regulačně nepříznivé zpoždění proti poruše, působící v místě dynamicky vzdáleném od chráněné sekce.

Proto současné antipompážní ochrany mají často horší dynamické ukazatele, než je možno dosáhnout poměrně jednoduchými jinými technickými prostředky. Někdy lze použít jako přídavné veličiny, které má zlepšit průběhy regulace, derivace některého tlaku v traktu. Vzhledem k tomu, že pracovní poměry na kompresorovém stupni nebo soustavě stupňů jsou charakterizovány nikoliv absolutní tlakovou hladinou, nýbrž tlakovými poměry, může být právě uvedená pomocná přídavná veličina v některých případech naprosto nevyhovující.

U antipompážních regulací jde v podstatě o dosažení minimální přechodné největší dynamické odchylky regulované veličiny - tj. posuvu pracovního bodu - v polaritě, která je nebezpečná z hlediska možnosti dosažení pompážní hranice. Přitom musí být regulace dostatečně stabilní.

Zvýšení stability při pevné struktuře regulace znamená téměř všeobecně snížení vlivnosti působení regulátoru. Za přítomnosti soustav vysokého řádu, případně rozlehlých soustav s rozloženými parametry, s nimiž se setkáváme u kompresorových regulací, znamená požadavek přiměřené stability při použití konvenčních struktur s PID regulátorem často značné omezení na rychlost změn poruchových veličin.

Jedna z možností, jak čelit navzájem protichůdným požadavkům systému na stabilitu a na dynamickou odchylku, je použití vhodné fyzikální veličiny nebo kombinace těchto veličin k urychlení zásahu regulačního orgánu ve srovnání s poměry, kdy je tento orgán řízen pouze regulátorem, jehož vstup je připojen na signál úměrný hlavní regulované veličině.

Vhodnou kombinací fyzikálních veličin je dvojice tlaků stlačovaného média ve dvou místech průtočného traktu, mezi nimiž je část stroje, rozhodující z hlediska pompážních poměrů. Pokud jde o vícestupňový kompresor, popř. vícetělesový, je vhodné, aby pro uvedený účel jednotlivé odběrová místa byla instalována se zřetelem na minimální dynamickou odlehlost mezi odběrovým a poruchovým úsekem traktu.

Uvedený problém řeší zapojení pro antipompážní regulace turbokompresorů nebo turboexhaustorů, u kterého je první vstup obvodu pohonu regulačního orgánu spojen s výstupem regulátoru.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že výstup každého ze dvou vysílačů tlaku umístěných na dvou místech průtočného traktu tak, že je mezi nimi antipompážní regulací chráněná část turbokompresoru nebo turboexhaustoru, je spojen s přiřazeným vstupem aritmetického členu.

Výstup aritmetického členu je spojen se vstupem dynamického členu, jehož výstup je spojen s prvním vstupem sumátoru. Druhý vstup sumátoru je spojen s výstupem proporcionálního členu, jehož vstup je spojen s výstupem bloku a s prvním vstupem regulátoru. Výstup jednotky pro nastavení konstantního signálu je spojen se třetím vstupem sumátoru. Výstup sumátoru je spojen se vstupem špičkového detektoru, jehož výstup je spojen s druhým vstupem obvodu pohonu regulačního orgánu.

Účinnost vynálezu se dále zvýší, když výstup snímače referenčního tlaku je spojen s druhým vstupem regulátoru.

Výhodou navrženého řešení je zlepšení dynamické jakosti antipompážní regulace. Toto zlepšení se projevuje zmenšením maximální dynamické odchylky regulované veličiny a zvýšením stability regulace, aniž je nutno omezit povolenou rychlost změn poruchových veličin.

Tím se kompresor nedostává do pompáže ani za podmínek, které by bez použití vynálezu k této pompáži vedly. Přístrojová realizace vynálezu je jednoduchá. Nemí zapotřebí vyvíjet nové analogové nebo číslicové bloky.

I součástková základna vyhoví v konvenční struktuře a jakosti. Všechny použité členy jsou nastavitelné, takže lze přizpůsobit vlastnosti takto vzniklé přídavné regulační větve podle skutečných podmínek přímo v provozu.

Příklad zapojení pro antipompážní regulaci podle vynálezu je znázorněn v blokovém schématu na připojeném výkresu.

V příkladu konkrétního provedení je schéma antipompážní regulace radiálního kompresoru, u které se regulačním orgánem připouští vzduch z atmosféry do sání stroje. Regulovanou veličinou je tlaková diference na mezichladiči za první sekci stroje.

Jednotlivé bloky zapojení je možno charakterizovat takto: Oba snímače 1, 2 tlaku jsou např. tenzometrické s rychlou odezvou a slouží k měření tlaku před, resp. za kompresorem a jejich výstupem je elektrický signál.

Aritmetický člen 3 je buď dělička, nebo rozdílový člen sestavený z běžných prvků analogové techniky a slouží k vytvoření poměru nebo rozdílu signálů úměrných měřeným tlakům.

Proportionální člen 2 je např. operační zesilovač s příslušnými vazbami, který slouží k proporcionálnímu převodu vstupního signálu na výstupní signál.

Jednotka 6 pro nastavení konstantního signálu je potenciometr se zdrojem nebo říditelný zdroj napětí jiné konstrukce, který dodává stejnosměrný napěťový signál. Dynamický člen 4 je vytvořen z operačního zesilovače s příslušnými vazbami, který zajišťuje zpožděnou derivaci vstupního signálu.

Sumátor 7 je rovněž operační zesilovač s příslušnými vazbami, který sčítá signály přivedené na jeho vstupy. Špičkový detektor 8 s exponenciálním vybíjením vytvořený z konvenčních prvků analogové techniky slouží ke špičkové detekci vstupního signálu.

Vysílač 9 regulované veličiny je snímač tlakové diference v případě, že regulovanou veličinou je tlaková diference. Regulátor 10 je běžný analogový regulátor např. s proporcionálním plus derivačním plus integračním přenosem.

Slouží k antipompážní regulaci. Obvod 11 pohonu regulačního orgánu je sestaven z výkonového elektrického zesilovače, ovládajícího elektrohydraulický převodník, jímž se připouští olej do hydraulického pohonu.

Přitom je na vstup výkonového zesilovače přiveden signál úměrný poloze výstupní součásti pohonu, čímž vzniká pevná zpětná vazba. Snímač 20 referenční veličiny je snímač tlaku před chladičem kompresoru.

První vstup 94 obvodu 11 pohonu regulačního orgánu je spojen s výstupem 93 regulátoru 10. Výstup 12, 13 každého ze dvou vysílačů tlaku 1, 2 umístěných na dvou místech průtočného traktu tak, že mezi nimi je antipompážní regulací chráněná část turbokompresoru nebo turboexhaustoru, je spojen s přiřazeným vstupem 21, 22 aritmetického členu 3.

Výstup 31 aritmetického členu 3 je spojen se vstupem 41 dynamického členu 4, jehož výstup 51 je spojen s prvním vstupem 61 sumátoru 7. Druhý vstup 62 sumátoru 7 je spojen s výstupem 52 proporcionálního členu 5, jehož vstup 42 je spojen s výstupem 91 vysílače 2 regulované veličiny a s prvním vstupem 92 regulátoru 10.

Výstup 53 jednotky 6 pro nastavení konstantního signálu je spojen se třetím vstupem 62 sumátoru 7. Výstup 71 sumátoru 7 je spojen se vstupem 81 špičkového detektoru 8, jehož výstup 82 je spojen s druhým vstupem 95 obvodu 11 pohonu regulačního orgánu.

Popis funkce se týká případu, kdy je výchozí pracovní bod turbokompresoru vzdálen od pompážní hranice natolik, že regulátor nezasahuje. Porucha ustáleného režimu způsobí pokles tlaku v sání kompresoru nebo vzrůst tlaku ve výtlaku kompresoru.

Kompresor je sestaven z více sekcí, přičemž regulovaná veličina se snímá prostřednictvím tlakové difference na mezichladiči za první sekci stroje. Tlak sací a výtlakový tlak pro celý stroj jsou použity pro případný regulační zásah. Uvažovaná porucha způsobí změnu signálu na výstupu 31 z aritmetického členu 3, tj. z děličky, případně z rozdílového členu.

Tento signál se v dynamickém členu 4 derivuje a změna výstupního signálu z dynamického členu se přenáší prostřednictvím špičkového detektoru 8 na druhý vstup 95 obvodu 11 pohonu regulačního orgánu.

Jednostranný špičkový detektor 8 pracuje tak, že jeho výstupní veličina je rovna nebo větší než absolutní hodnota vstupní veličiny. Pokud je absolutní hodnota vstupní veličiny menší než okamžitá hodnota výstupní veličiny, pak se tato výstupní veličina s časem anuluje.

V důsledku toho se zmenší maximální dynamická odchylka regulované veličiny proti té, která by nastala bez použití vynálezu.

Časová konstanta vybíjení špičkového detektoru 8 je tak velká, že se stabilita regulace neovlivní. Přenos od vysílače 2 regulované veličiny, jehož výstupní signál je nositelem regulované veličiny přes proporcionální člen 5 k sumátoru 7, je použit pro posun bodu zásahu pomocné regulační větve, která nemá neúspěšně zasahovat v případě, že kompresor pracuje v bodě značně vzdáleném od pompážní hranice. K témuž účelu slouží jednotka 6 pro nastavení konstantního signálu.

V případě, že regulovanou veličinou je tlaková difference, na mezichladiči kompresoru je s druhým vstupem 96 regulátoru 10 spojen výstup 97 snímače 20 referenčního tlaku. Tlakovou diferencí je možno též získat z jiného vhodného měřicího zařízení, jako je clona, dýza a podobně. V sání stroje se měří tlak vzduchu prvním snímačem 1 a ve výtlaku stroje druhým snímačem 2. V aritmetickém členu 3, který je v tomto případě rozdílovým členem, se získává lineární kombinace tlaku v sání a tlaku ve výtlaku. Přitom je tato kombinace rozdílová.

Váhové součinitele pro vytváření uvedené lineární kombinace jsou v poměru měřených tlaků v ustáleném stavu v pracovním bodě; kdy již zasahuje hlavní regulátor 10. Nižší tlak se zpracovává s vyšším váhovým koeficientem a vyšší tlak s nižším váhovým koeficientem.

Nastane-li porucha režimu poklesem přítoku vzduchu do prostoru před kompresorem, sníží se tlak v jeho sání a první snímač 1 změnou svého výstupního signálu způsobí změnu výstupního signálu z aritmetického členu 3. Tento signál se derivuje se zpožděním v dynamickém členu 4.

Výsledek této operace, projevující se na výstupu 51 dynamického členu 4, ovlivní prostřednictvím sumátoru 7 vstupní signál do špičkového detektoru 8. Pokud tento signál zasáhne do polarity, která se přenáší špičkovým detektorem 8, pak se v důsledku změny výstupního signálu z detektoru 8 vazby mezi jeho výstupem 82 a druhým vstupem 95 obvodu 11 pohonu regulačního orgánu a vlivem přenosu tohoto obvodu 11 změní poloha regulačního orgánu ve smyslu kompenzace poruchového působení v kompresorovém traktu.

Tento proces může proběhnout dříve, než zasáhne vůbec hlavní větev regulace, obsahující regulátor 10. Tím se zlepší jakost regulace ve srovnání s případem, kdy je zásah regulačního orgánu vázán jen na zásah regulátoru 10.

Výnálezu se využije u turbokompresorů nebo turboexhaustorů, kde jsou stroje vystaveny velkým rychlým změnám v odběru nebo přítoku stlačeného média.

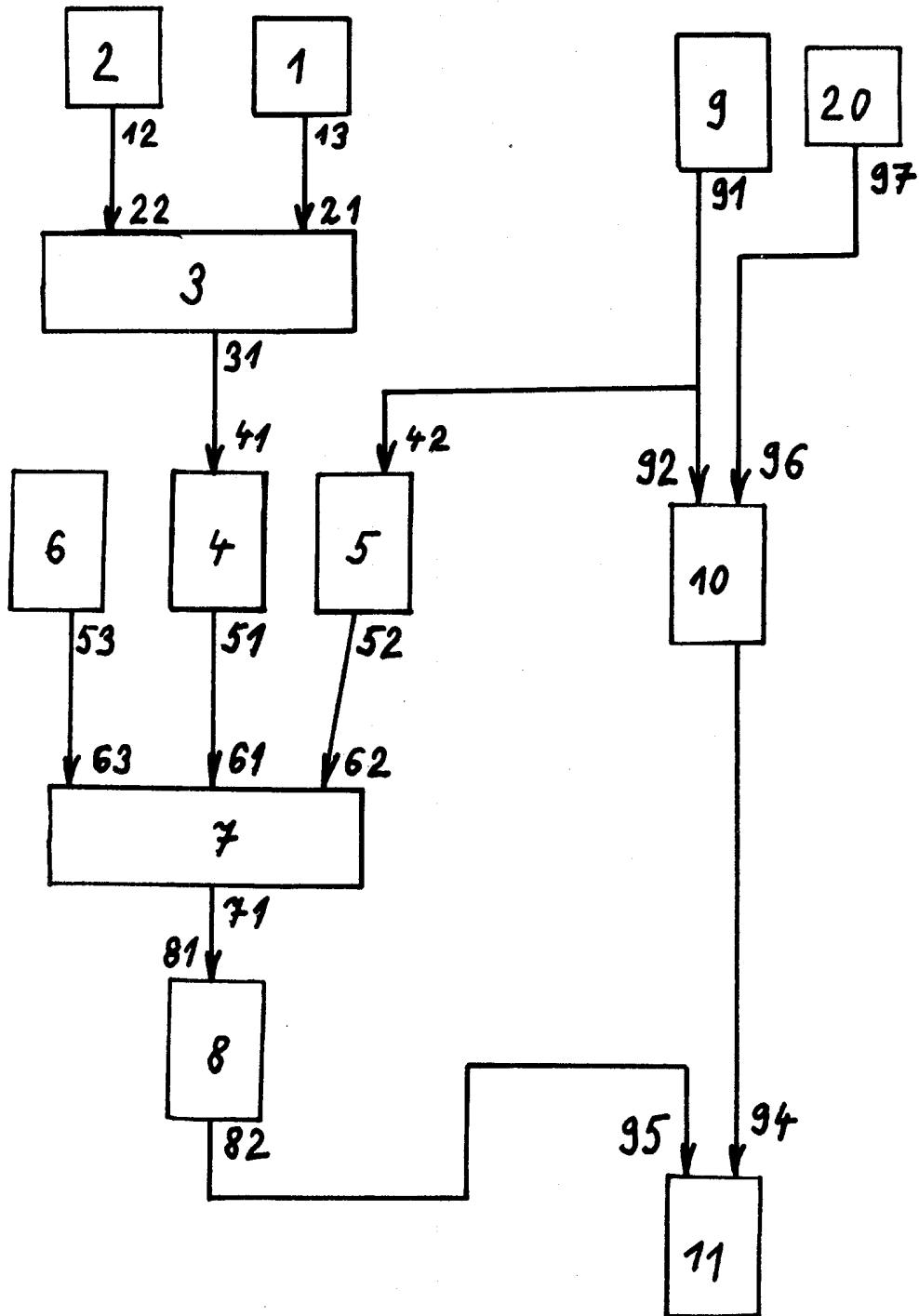
Výnálezu se využije i pro antipompážní regulace, kde se reguluje přepouštěním vzduchu nebo jiného komprimovaného média z výtlaku stroje na jeho vstup.

P Ř E D M Ě T V Ý N Á L E Z U

1. Zapojení pro antipompážní regulaci turbokompresorů nebo turboexhaustorů, u kterého je první vstup obvodu pohonu regulačního orgánu spojen s výstupem regulátoru, vyznačující se tím, že výstup (12, 13) každého ze dvou vysílačů tlaku (1, 2) umístěných na dvou místech průtočného traktu tak, že mezi nimi je antipompážní regulací chráněná část turbokompresoru nebo turboexhaustoru, je spojen s přiřazeným vstupem (21, 22) aritmetického členu (3), jehož výstup (31) je spojen se vstupem (41) dynamického členu (4), jehož výstup (51) je spojen s prvním vstupem (61) sumátoru (7), jehož druhý vstup (62) je spojen s výstupem (52) proporcionálního členu (5), jehož vstup (42) je spojen s výstupem (91) vysílače (9) regulované veličiny a s prvním vstupem (92) regulátoru (10), přičemž výstup (53) jednotky (6) pro nastavení konstantního signálu je spojen se třetím vstupem (62) sumátoru (7), jehož výstup (71) je spojen se vstupem (81) špičkového detektoru (8), jehož výstup (82) je spojen s druhým vstupem (95) obvodu (11) pohonu regulačního orgánu.

2. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že výstup (97) snímače (20) referenční veličiny je spojen s druhým vstupem (96) regulátoru (10).

1 list výkresů



OBR.1