



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

241 394
(11) (B1)

[51] Int. Cl.⁴
F 02 C 9/28

(22) Přihlášeno 06 10 83
(21) (PV 7327-83)

(40) Zveřejněno 22 08 85

(45) Vydáno 15 09 87

(75)
Autor vynálezu

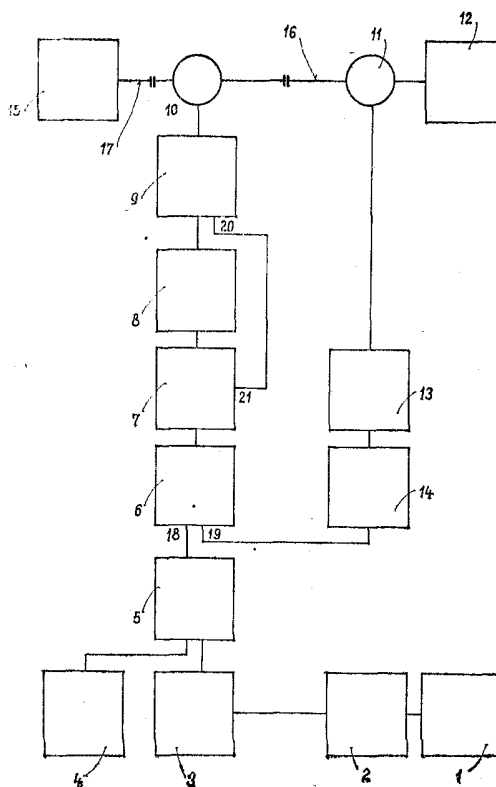
ŠIROKORAD JURIJ ing. CSc.; HAHN ALEXANDR ing., BRNO;
SOBOTKA VLADIMÍR ing., SOBOTÍN

(54) Zapojení pro regulaci teploty spalin u spalovacích turbín

1

Účelem je zjednodušení teplotního regulátoru, tedy i výroby, a zlepšení provozních vlastností, čehož se dosahuje tím, že napěťový omezovač je zapojen na první vstup rozdílového členu, jenž je připojen přes odchylkový usměrňovač a napětově kmitočtový převodník na řídicí člen ovládající krokový motor s připojeným hydraulickým výkonovým členem a polohovým vysílačem, na který je zapojen napájecí generátor, zatímco druhý vstup rozdílového členu je připojen přes dolní propust a polohový usměrňovač na polohový vysílač, přičemž druhý výstup odchylkového usměrňovače je propojen s druhým vstupem řídicího členu.

2



Vynález se týká zapojení pro regulaci teploty spalin u spalovacích turbín.

Jedním z nejdůležitějších sledovaných parametrů spalovacích turbín je vstupní teplota spalin. Je všeobecně známo, že čím větší je teplota spalin před turbínou, tím větší termické účinnosti lze dosáhnout. Na druhé straně je však maximálně přípustná vstupní teplota spalin omezena konstrukcí samotné turbíny i použitými materiály; překročení této maximálně přípustné vstupní teploty může mít za následek těžkou havárii. Z těchto důvodů musí být před turbínou zařazen teplotní regulátor, který vstupní teplotu udržuje v předepsaném teplotním rozmezí. V praxi se od teplotního regulátoru vyžaduje zejména vysoká spolehlivost a rychlost regulačních zásahů, linearita charakteristiky, vysoká přesnost a citlivost i dynamická stabilita.

Stávající teplotní regulátory prvního provedení jsou v podstatě elektrohydraulická zařízení, obsahující elektrické měřicí a regulační obvody s výstupním elektrohydraulickým převodníkem, který je zapojen v hydraulické řídicí větvi otáčkového regulátoru turbíny. U těchto teplotních regulátorů je na vstup vlastního regulačního orgánu, umístěného v palivovém přívodu do spalovací komory, připojen hydraulický servomotor se sériově předřazenými elektrohydraulickým převodníkem a elektromagnetem, dále regulačním členem, měřicím zesilovačem a dále teplotním čidlem, které je umístěno ve spalínovém potrubí za spalovací komorou.

Snímaný elektrický signál z teplotního čidla se zde zesiluje a srovnává s porovnávacím elektrickým signálem z napěťového zdroje. Takto získaná napěťová difference se v analogovém elektro-magneto-hydraulickém převodníku hydraulické řídicí větve mění v tlak impulsního oleje pro regulační orgán.

Nevýhodou teplotních regulátorů prvního provedení je komplikovaná výroba elektromagneto-hydraulických převodníků, která má za následek velký rozptyl provozních parametrů, jehož důsledkem je zhoršení dynamické stability regulačních systémů. Zároveň použití elektro-magneto-hydraulického převodníku vyžaduje následné zesílení tlakového signálu v několikastupňovém hydraulickém zesilovači, jehož výroba je o pět značně náročnější a dražší. Několikastupňový elektro-magneto-hydraulický zesilovač vnáší do regulačního systému další časové konstanty, které nepříznivě ovlivňují jeho stabilitu. Provozně jsou teplotní regulátory prvního provedení velmi náročné a často porušují i dynamickou stabilitu systému rychlostní regulace turbíny.

Stávající teplotní regulátory druhého provedení jsou v podstatě elektromechanická zařízení, která obsahují elektrické měřicí a řídicí obvody s výstupním nastavovacím

elektromotorem žádaných otáček. U těchto teplotních regulátorů je na vstup vlastního regulačního orgánu, umístěného v palivovém přívodu do spalovací komory, připojen měnič otáček s nastavovacím elektromotorem, přičemž na vstupu tohoto nastavovacího elektromotoru jsou sériově předřazeny výkonový spínač, řídicí počítač, analogo-numerický převodník, měřicí zesilovač a teplotní čidlo, které je umístěno ve spalínovém potrubí mezi spalovací komorou a turbínou. Snímané elektrické impulsy se u těchto teplotních regulátorů zesilují a převádějí v normalizované analogové signály, které se z analogo-numerického převodníku zavádějí do řídicího počítače. Porovnávací signál z řídicího počítače pak ovládá výkonový spínač nastavovacího elektromotoru, a tím i tlak impulsního oleje v systému rychlostní regulace.

Nevýhodou tohoto řešení je vysoká cena, další časové prodlevy, vznikající při přestavování měniče otáček, a tím i větší krátkodobé teplotní špičky, které nepříznivě ovlivňují životnost lopatkování turbíny.

U teplotních regulátorů třetího provedení je na výstupu hydraulického servomotoru upraven vlastní regulační orgán, který je umístěn v palivovém přívodu do spalovací komory, a na vstup tohoto hydraulického servomotoru jsou sériově předřazeny analogový elektrohydraulický převodník s elektromagnetem a dále výpočtový obvod, přičemž na první vstup výpočtového obvodu je připojen první měřicí zesilovač s předřazeným prvním teplotním čidlem, umístěným ve výstupním spalínovodu za spalovací turbínou, na druhý vstup výpočtového obvodu je připojen druhý měřicí zesilovač s předřazeným čidlem tlakové difference, zapojeným do potrubí před a za spalovací turbínou a na třetí vstup výpočtového obvodu je připojen třetí měřicí zesilovač s předřazeným druhým teplotním čidlem, umístěným v sacím potrubí vzduchového kompresoru.

V teplotních regulátorech třetího provedení se vstupní teplota spalin před spalovací turbínou určuje nepřímou, a to výpočtem ze tří snímaných teplotních a tlakových hodnot. První teplotní hodnota se získává prvním teplotním čidlem, tlaková hodnota se získává čidlem tlakové difference a druhá teplotní hodnota se získává druhým teplotním čidlem. Vlastní teplotní regulátory třetího provedení jsou v podstatě stejné jako teplotní regulátory prvního provedení. Oproti oběma uvedeným provedením mají však tu výhodu, že jejich teplotní čidla nejsou vystavena tak vysokým teplotám. Teplotní údaje, získané prvním teplotním čidlem za spalovací turbínou, jsou naprosto spolehlivé, protože teplotní pole ve vypoujících spalínách je už v podstatě vyrovnané. Nevýhodou teplotních regulátorů třetího provedení je nutnost použití většího

množství čidel s náročnými měřicími zesilovači.

Většinu uvedených nevýhod stávajících teplotních regulátorů odstraňuje zapojení pro regulaci teploty spalín zejména u spalovacích turbin, které obsahuje teplotní čidlo umístěné v potrubí přívodu spalín zapojené přes měřicí zesilovač a regulační člen na napěťový omezovač současně s napěťovým zdrojem. Podstata vynálezu spočívá v tom, že napěťový omezovač je zapojen na první vstup rozdílového členu, jenž je připojen přes odchylkový usměrňovač a napěťově kmitočtový převodník na řídicí člen ovládací krokový motor s připojeným hydraulickým výkonovým členem a polohovým vysílačem, na který je zapojen napájecí generátor, zatímco druhý vstup rozdílového členu je připojen přes dolní propust a polohový usměrňovač na polohový vysílač, přičemž druhý výstup odchylkového usměrňovače je propojen s druhým vstupem řídicího členu.

Výhodou zapojení podle vynálezu je snadná dostupnost jeho jednotlivých komponent a z toho částečně vyplývající jednoduchost výroby i výhodné provozní vlastnosti, zejména vhodné dynamické parametry a z nich plynoucí stabilita regulace.

Příklad vynálezu je znázorněn na výkrese, na němž je blokové schéma zapojení teplotního regulátoru spalovací turbíny.

Ve znázorněném a popisovaném provedení sestává zapojení z regulační části a z převodníkové části. Regulační část tvoří napěťový omezovač 5, na jehož první vstup je připojen napěťový zdroj 4 a na jehož druhý vstup je připojen regulační člen 3 se sériově předřazeným měřicím zesilovačem 2 a teplotním čidlem 1, které je umístěno v neznázorněném spalínovém potrubí mezi spalovací komorou a spalovací turbínou. Výstup napěťového omezovače 5 je připojen na vstup převodníkové části.

Převodníková část obsahuje ovládací větev, na jejíž první vstup je připojen výstup napěťového omezovače 5, dále kinematickou skupinu, která je svým vstupem elektricky připojena k výstupu ovládací větve, a dále zpětnovazební větev, která elektricky propojuje zpětnovazební výstup kinematické skupiny se druhým vstupem ovládací větve. V ovládací větvi jsou za sebou zařazeny rozdílový člen 6, na jehož první vstup 13 je připojen napěťový omezovač 5, dále odchylkový usměrňovač 7, napěťový kmitočtový převodník 8 a řídicí člen 9, na jehož výstup je elektricky připojen krokový motor 10 kinematické skupiny, přičemž druhý výstup 21, odchylkového usměrňovače 7 je elektricky spojen s druhým vstupem 20 řídicího členu 9. Kinematickou skupinu zde tvoří krokový motor 10, který je polohovým hřídelem 16 kinematicky spojen s polohovým vysílačem 11, na který je elektricky zapojen napájecí generátor 12 a výkonovým hřídelem 17 je spojen s hydraulickým vý-

konovým členem 15, zapojeným na průtokový orgán, umístěný v neznázorněné regulační skříni spalovací turbíny. Zpětnovazební větev mezi polohovým vysílačem 11 a druhým vstupem 19 rozdílového členu 6 je osazena sériově řazeným polohovým usměrňovačem 13 a dolní propustí 14.

Zapojení pracuje takto: Termoelektrickým efektem v teplotním čidle 1 vytvářené snímané napětí, úměrné skutečné teplotě spalín, je v měřicím zesilovači 2 zesíleno a přivedeno do regulačního členu 3, v němž se odečítá od konstatní hodnoty srovnávacího napětí, předem nastavené podle požadované teploty spalín. Výsledné rozdílové napětí se v regulačním členu 3 dále zesílí a dynamicky zpracovává, načež se přivádí na druhý vstup napěťového omezovače 5. V napěťovém omezovači 5 se vzhledem ke dvěma omezovacím napětím, přiváděným na jeho první vstup z napěťového zdroje 4, vytvářejí tři regulační pásma. Pokud se regulační napětí, přiváděné na druhý vstup napěťového omezovače 5, nalézá ve středním regulačním pásmu mezi uvedenými dvěma omezovacími napětími, není napěťovým omezovačem 5 nijak ovlivňováno. Pokud regulační napětí přesáhne střední regulační pásmo, je sníženo na hodnotu horního omezovacího napětí. Pokud regulační napětí nedosahuje do středního regulačního pásma, je zvýšeno na hodnotu dolního omezovacího napětí. Z napěťového omezovače 5 se takto upravené modifikované napětí zavádí na první vstup rozdílového členu 6, na jehož druhý vstup se současně zpětnovazební větví přivádí polohové napětí, odpovídající úhlovému natočení polohového hřídele 16 krokového motoru 10.

V rozdílovém členu 6 se polohové napětí odečítá od modifikovaného napětí a takto vzniklá napěťová diference se dále zpracovává v odchylkovém usměrňovači 7, přičemž se na jeho prvním výstupu objevuje ovládací napětí, úměrné absolutní hodnotě napěťové diference, a na jeho druhém výstupu se objevuje polaritní signál, odpovídající polaritě napěťové diference. Z odchylkového usměrňovače 7 přiváděné ovládací napětí vytváří na výstupu z napěťově kmitočtového převodníku 8 sled napěťových impulsů, jehož frekvence je tomuto ovládacímu napětí úměrná. V řídicím členu 9 se z napěťových impulsů, přiváděných na jeho první vstup, a z polaritního signálu, přiváděného na jeho druhý vstup, vytvářejí časově proměnné řídicí signály pro ovládání krokového motoru 10.

Polohový hřídel 16 krokového motoru 10, ovládaný řídicími signály, otáčí rotorem polohového vysílače 11 buzeného napájecím generátorem 12 a zároveň otáčí výkonovým hřídelem 17 výkonového členu 15. Ve výkonovém členu 15 upravený neznázorněný průtokový orgán pak podle úhlu natočení výkonového hřídele 17 ovládá průtoko-

vé množství plynu, přiváděného do spalovací komory, a tím i teplotu spalin. Z výstupu polohového vysílače **11** vycházející střídavé polohové napětí se po průchodu

polohovým usměrňovačem **13** a dolní propustí **14** usměrní, vyfiltruje a jako stejnoměrné polohové napětí se přivede na druhý vstup rozdílového členu **6**.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení pro regulaci teploty spalin zejména u spalovacích turbín, které obsahuje teplotní čidlo umístěné v potrubí přívodu spalin zapojené přes měřicí zesilovač a regulační člen a napěťový omezovač současně s napěťovým zdrojem, vyznačené tím, že napěťový omezovač (5) je zapojen na první vstup (18) rozdílového členu (6), jenž je připojen přes ochylkový usměrňovač (7) a napěťově kmitočtový převodník (8) na řídicí člen (9) ovládající krokový motor

(10) s připojeným hydraulickým výkonovým členem (15) a polohovým vysílačem (11), na který je zapojen napájecí generátor (12), zatímco druhý vstup (19) rozdílového členu (6) je připojen přes dolní propust (14) a polohový usměrňovač (13) na polohový vysílač (11), přičemž druhý výstup (21) odchylkového usměrňovače (7) je propojen s druhým vstupem (20) řídicího členu (9).

1 list výkresů

