



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

230741

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³

G 05 B 24/00

(22) Přihlášeno 23 12 82
(21) (PV 9581-82)

(40) Zveřejněno 30 12 83

(45) Vydáno 15 06 86

(75)
Autor vynálezu

TOUŠ JAN ing., PLZEŇ, KLEMSA JOSEF ing., ROKYCANY,
BEJVL JOSEF ing. CSc., PLZEŇ

(54) Zapojení hydraulické regulace turbín

Vynález se týká zapojení hydraulické regulace zejména velkých parních turbín s přihříváním páry i s regulovanými odběry páry a jeho návaznosti na systém nadřazených elektronických regulací.

Dosud známé systémy hydraulických regulací turbín, spolupracujících s nadřazeným elektronickým systémem regulace, používají několik systémů zapojení. Nejjednodušší systém bývá řešen tak, že regulační ventily turbíny jsou ovládány uzavřenou hydraulickou regulační smyčkou, tvořenou snímačem otáček, vlastním regulátorem a servomotory ventilů. Do této hydraulické regulační smyčky vstupuje signál ručního zadávání žádané hodnoty otáček nebo výkonu, nebo i signál z elektronických regulací otáček a výkonu prostřednictvím elektro-mechanického, tzv. pomalého převodníku, měnícího zadanou hodnotu vlastního hydraulického regulátoru.

Statické a dynamické vlastnosti takové regulace jsou pak určeny vlastnostmi hydraulické regulační smyčky. V těchto systémech není využito předností elektronické regulace, která je preciznější než hydraulická.

Jiné dosud známé zapojení regulace turbín používá pro zvýšení provozní bezpečnosti a pro zlepšení dynamických vlastností tohoto systému paralelního spojení hydraulické a elektronické regulace prostřednictvím tzv. přechazovače, kterým je možné zapojit do regulačního procesu hydraulickou nebo elektronickou regulaci, nebo i obě pracující regulace současně. Jsou-li tyto regulace odděleny, bývá pro zajištění přechodu z jedné na druhou bez velkých změn regulované veličiny vytvořen ještě systém sledování, který "vleče" odřazenou regulaci ze regulací ve funkci. U paralelně pracujících regulací bývá obvykle vlečená hydraulická regulace s malým odstupem nad pracovním pásmem regulace elektronické; to

230741

znamená, že tato hydraulická regulace pak do regulačního pochodu nezassahuje, ale pouze zajišťuje zások v případě náhlého výpadku elektroniky. Nevýhodou takového systému je složitost a to, že oba převodníky musí být neustále ve funkci. Porucha jednoho z nich pak způsobí výpadek regulace turbíny.

U výše uvedených systémů je tedy hydraulická regulace stále v činnosti - ať už v regulačním procesu, nebo ve funkci sledování. Dojde-li u turbíny, pracující na výkonu v tzv. tvrdé síti, ke změně frekvence sítě, pak je prostřednictvím hydraulického snímače otáček posouváno nastavení regulátoru.

Dosáhne-li odchylka frekvence vyšší hodnoty, může dojít k vyčerpání pracovního rozsahu pomalého převodníku, ke ztrátě funkce sledování, a v důsledku toho i k výpadku elektronické regulace.

Jsou také známy systémy čistě elektrohydraulické regulace, kdy je turbína řízena pouze elektronickým systémem prostřednictvím rychlých převodníků a hydraulická regulace je potlačena nebo zcela chybí. Takový systém klade podstatně vyšší nároky na řešení elektronického systému vícenásobným zajištěním snímačů, přenosových tras i vlastních regulátorů a výkonových prvků.

Přesto v případě selhání nebo výpadku napájení elektroniky dochází u těchto systémů k odstavení stroje - turbíny. Podobné problémy jsou s regulací tlaku v regulovaných odběrech páry. Koncepce zbývajících částí hydraulického regulačního systému bývá různorodá a bývá volena tak, aby odpovídala svými vlastnostmi řešení výše popsané základní hydraulické a elektronické části regulace turbín.

Cílem zapojení hydraulické regulace turbín podle vynálezu je podstatně omezit uvedené nedostatky a zvýšit spolehlivost regulace turbín jednak vytvořením nového systému zapojení především pomalého a rychlého převodníku, které by zajistilo nepřetržitou funkci regulace i v případě poruchy jednoho z nich, a pak v případě výpadku napájení elektroniky nedojde k náhlé změně regulované veličiny, jednak oddělením elektrohydraulického systému regulace od hydraulického regulátoru otáček a výkonu, který pak bude sloužit buď jako nouzový regulátor otáček a výkonu, nebo jako ochrana proti nedovolenému vzrůstu otáček v případě selhání funkce elektronického regulátoru turbogenerátoru ze sítě.

Tohoto cíle je v podstatě dosaženo zapojením hydraulické regulace turbín podle vynálezu; jeho podstata spočívá v tom, že pro řízení polohy všech regulačních ventilů turbíny je použito jednoho společného signálu, tj. tlaku sekundárního oleje, centrálně vytvářeného soustavou převodníků a dalšími prvky hydraulické regulace, jako jsou regulátor otáček, omezovač a elektrický urychlovač, a to výběrem ze signálů na členu výběru minima.

Podstata vynálezu spočívá dále v tom, že řídicí elektrický signál, vystupující z elektronických regulačních systémů, je na soustavu převodníků pro řízení otáček a výkonu veden přes součtový člen, kam je zaveden také signál skutečné polohy pomalého elektromechanického převodníku ve formě záporné zpětné vazby.

Tím je vytvořena odchylka skutečné hodnoty výstupního signálu z pomalého převodníku od hodnoty řídicího elektrického signálu. Tato odchylka je vedena paralelně na vstupy převodníků této soustavy, takže řídí jak přestavování pomalého převodníku, tak i rychlý elektrohydraulický, korekční proporcionální převodník.

Podstatou zapojení podle vynálezu je také to, že další soustava pomalého a rychlého převodníku řídí přepouštěcí ventily, regulující tlak páry v regulovaném odběru tak, že výstup ze součtového členu těchto převodníků je připojen spolu s výstupem centrálního oddělovacího zesilovače řízeného sekundárním olejem k výběrovému členu minima, jehož výstup ovládá sledovače řídicího signálu servomotorů ventilů turbíny.

Pro další regulované odběry páry je pro přeměnu elektrického signálu na hydraulický použit pouze rychlý elektrohydraulický převodník.

Pokrok dosažený zapojením hydraulické regulace turbín podle vynálezu spočívá zejména v tom, že daný systém zapojení soustavy rychlého a pomalého převodníku pro řízení otáček nebo výkonu turbíny zabezpečuje nepřerušenou funkci elektrohydraulického systému i v případě poruchy jednoho z těchto převodníků.

Výhoda vynálezu tkví i v tom, že při výpadku napájení elektroniky zůstane společný řídicí signál z výstupu součtového členu obou převodníků, a to jak pro řízení otáček nebo výkonu, tak pro řízení tlaku páry v odběru, a to na hodnotě, dosažené těsně před výpadkem. Další výhodou zapojení podle vynálezu je důsledné oddělení hydraulického regulátoru od elektrohydraulického systému tím, že je během normální funkce elektrohydraulického systému přestaven nad pracovní oblast elektrohydraulické regulace otáček a výkonu, a nedochází tak ke vzájemnému ovlivňování hydraulického a elektrohydraulického regulátoru.

Nezanedbatelnou výhodou tohoto zapojení je také to, že celý systém lze stavebnicově rozšiřovat na regulátory pro turbíny bez přihřívání páry, s přihříváním páry, i pro turbíny s jedním nebo více regulovanými odběry páry. Díky použitému centrálnímu systému řízení společným sekundárním olejem je zajištěno společné zavření všech parních ventilů v případě zásahu ochrany. Výhodné je také použití sledovačů signálu, které zlepšují dynamiku přenosu signálu rozsáhlým potrubním systémem sekundárního oleje.

Příklad praktického zapojení hydraulické regulace turbín podle vynálezu je znázorněn ve formě blokového schématu na připojeném výkresu.

Zapojení je podle tohoto výkresu v podstatě tvořeno první soustavou 1 převodníků pro řízení otáček a výkonu, hydraulickým regulátorem 8 otáček a výkonu, omezovačem 10 a elektrickým urychlovačem 11, kteréžto prvky jsou připojeny na vstupy členu 6 výběru minima, a dále je tvořeno řídicím elektrohydraulickým převodníkem 14, druhou soustavou 19 převodníků pro řízení tlaku páry v regulovaném odběru a dalším řídicím elektrohydraulickým převodníkem 24, kteréžto prvky jsou připojeny každý ke svému výběrovému členu 16, 21, 26 minima.

Zapojení je dále tvořeno sledovači 12 signálu připojenými k servomotorům 13 regulačních ventilů turbíny a dále sledovači 15, 20, 25 sekundárního oleje připojenými k výstupu členu 6 výběru minima a ke vstupu svých výběrových členů 16, 21, 26 minima, které jsou dále spojeny se sledovači 17, 22, 27 signálu a přes ně se servomotory 18, 23, 28 záchytných a přepouštěcích ventilů.

První soustava 1 převodníků sestává podle tohoto příkladu ze dvou převodníků pro řízení otáček a výkonu, dále sestává ze vstupního součtového členu 2, z výstupního součtového členu 5. Jeden z řečených převodníků je pomalý elektromechanický převodník 3, druhý je rychlý elektrohydraulický korekční převodník 4.

Hydraulický regulátor 8 otáček a výkonu je ovládán měničem 7; omezovač 10 je přestavován pohonem 9 omezovače. Výstupní součtový člen 5, hydraulický regulátor 8 otáček a výkonu, omezovač 10 a elektrický urychlovač 11 jsou připojeny ke členu 6 výběru minima, jehož společný výstupní signál, tvořený tlakem p_2 sekundárního oleje, je rozveden k neznázorněným jednotlivým vysokotlakovým regulačním ventilům přes sledovač 12 signálu, které řídí polohu jejich servomotorů 13.

Tlak p_2 sekundárního oleje, tedy společný výstupní signál, také vstupuje do sledovače 15 sekundárního oleje, který je ve funkci oddělovacího zesilovače a jeho výstup je spolu s výstupem z řídicího elektrohydraulického převodníku 14, určeného v tomto příkladě pro-

vedení k regulaci tlaku v přihříváku, připojen k výběrovému členu 16 minima. Výstup tohoto výběrového členu 16 minima je zapojen opět přes sledovače 17 signálu na servomotory 18 záchytných ventilů turbíny.

K ovládání přepouštěcích ventilů, regulujících tlak v odběru páry, slouží druhá soustava 19 převodníků, v podstatě shodná s první soustavou 1 převodníků; její výstup je spojen s výběrovým členem 21 minima, kam je připojen také přívod sekundárního oleje o tlaku p_2 , který je zpracován sledovačem 20 sekundárního oleje. Tento zpracovaný tlak p_2 sekundárního oleje řídí přes sledovač 22 signálu servomotor 23 přepouštěcího ventilu.

Další, méně důležité regulované odběry páry, jsou v tomto příkladě provedení ovládány jednodušeji pouze jedním, a to dalším řídicím elektrohydraulickým převodníkem 24, a to přes výběrový člen 26 minima a přes sledovače 27 signálu prostřednictvím servomotorů 28 přepouštěcích ventilů. Do výběrového členu 26 minima vstupuje i v tomto případě výstupní signál ze sledovače 25 sekundárního oleje, na jehož vstupu je tlak p_2 sekundárního oleje.

Řídicí elektrický signál, w , otáček a výkonu, vytvářený systémem nezkreslené elektronické regulace, vstupuje do vstupního součtového členu 2 ve kterém se od něj odečítá signál skutečné polohy pomalého elektromechanického převodníku 3, který je samosvorným mechanickým integračním členem.

Rozdíl obou signálů, tj. odchylka Δw skutečné polohy pomalého elektromechanického převodníku 3 od žádané, řídí přestavování pomalého elektromechanického převodníku 3 a je také současně paralelně přivedena na vstup rychlého elektrohydraulického převodníku 4, pracujícího jako proporcionalní, dynamicky rychlý prvek. Výsledný řídicí hydraulický signál první soustavy 1 převodníků je vytvořen součtem výstupních signálů obou převodníků 3, 4 ve výstupním součtovém členu 2.

Výhodou takového zapojení je to, že v případě poruchy pomalého elektromechanického převodníku 3 přebírá plně ovládací funkci rychlý elektrohydraulický převodník 4. Naopak v případě výpadku rychlého elektrohydraulického převodníku 4 přebírá ovládací funkci v podstatě pomalý elektromechanický převodník 3. V případě výpadku napájení celé elektroniky zůstává výstupní signál z výstupního součtového členu 2 nahodnotě mechanicky samosvorně zablokovaného pomalého elektromechanického převodníku 3 zatímco rychlý elektrohydraulický převodník 4 díky nulovému společnému signálu o hodnotě odchylky w skutečné polohy pomalého elektromechanického převodníku 3 od hodnoty řídicího elektrického signálu do procesu nijak nezasehuje.

Nouzové regulování otáček a výkonu se děje prostřednictvím měniče 7 a hydraulického regulátoru 8 otáček a výkonu, do kterého je zaveden hydraulický signál od neznázorněného snímače otáček, tvořený tlakem p_1 primárního oleje. Tento hydraulický regulátor 8 otáček a výkonu je za normální funkce elektrohydraulického systému přestaven nad pracovní pásmo, takže do regulačního procesu nijak nezasehuje.

Vazbu na hydraulický zabezpečovací systém a omezování maximálního dosažitelného otevření regulačních ventilů turbíny zajišťuje podle tohoto příkladu provedení omezovač 10, ovládaný pohonem 9 omezovače. Elektrický signál náhlého uzavření regulačních ventilů turbíny zpracovává elektrický urychlovač 11.

Výstupní signály všech uvedených prvků, tj. první soustavy 1 převodníků, hydraulického regulátoru 8 otáček a výkonu, omezovače 10 a elektrického urychlovače 11 tvoří přirozeným výběrem na členu 6 výběru minima společný řídicí signál - tlak p_2 sekundárního oleje, který ovládá prostřednictvím sledovačů 12 signálu servomotory 13 regulačních ventilů, a dále zajišťuje uzavření všech ostatních ovládaných ventilů turbíny bez ohledu na jejich polohu určenou vlastními řídicími signály, a to v případech odstavení turbíny zásehem ochrany. Toho je dosaženo tím, že pro ovládání servomotorů 18 záchytných ventilů prostřednictvím

sledovačů 17 signálu je použit signál vzniklý výběrem minima na výběrovém členu 16 minima ze signálu, který vychází od řídicího elektrohydraulického převodníku 14 ovládaného řídicím elektrickým signálem w_2 regulace tlaku v přihříváku a signálu, vzniklého ve sledovači 15 sekundárního oleje z tlaku p_2 sekundárního oleje. Podobným způsobem jsou podle tohoto příkladu provedeny servomotory 23 přepouštěcích ventilů, a to přes sledovače 22 signálu výběrem minima na výběrovém členu 21 minima ze signálů od sledovače 20 sekundárního oleje a od druhé soustavy 19 převodníků pro řízení tlaku páry v regulovaném odběru.

Tato druhá soustava 19 převodníků je ovládána řídicím elektrickým signálem w_3 , vytvářeným neznázorněným elektronickým regulátorem tlaku páry v odběru. V tomto příkladě provedení je použit i zjednodušený způsob řízení méně důležitého odběru páry prostřednictvím servomotorů 28 přepouštěcích ventilů turbíny, a to elektrickým signálem w_4 , který ovládá další elektrohydraulický převodník 24 a který je z něj veden na výběrový člen 26 minima, v němž je vytvořen výběrem minima z něj a ze signálů sledovače 25 sekundárního oleje ovládací signál, vstupující do sledovačů 27 signálu a z nich do servomotorů 28.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení hydraulické regulace turbín, sestávající alespoň z jedné soustavy převodníků, z hydraulického regulátoru, z omezovače, z urychlovače, z členu výběru minima, ze soustavy výběrových členů minima, ze soustavy sledovačů signálu a ze soustavy servomotorů, vyznačené tím, že ke vstupům členu (6) výběru minima je připojena první soustava (1) převodníků, hydraulický regulátor (8) spojený s měničem (7), omezovač (10) spojený s pohonem (9) a elektrický urychlovač (11), zatímco k výstupu členu (6) výběru minima jsou připojeny sledovače (15, 20, 25) sekundárního oleje a sledovač (12) signálu, dále spojený se servomotorem (13) regulačních ventilů, a že přitom jsou sledovače (15, 20, 25) sekundárního oleje připojeny k výběrovým členům (16, 21, 26) minima, z nichž každý je dále připojen ke sledovači (17, 22, 27) signálu, které jsou opět dále spojeny se sobě přiřazenými servomotory (18, 23, 28) ventilů turbíny, a že současně jsou také k jednotlivým výběrovým členům (16, 21, 26) minima připojeny řídicí elektrohydraulický převodník (14), druhá soustava (19) převodníků a další řídicí elektrohydraulický převodník (24).

2. Zapojení podle bodu 1, vyznačené tím, že první i druhá soustava (1, 19) převodníků má vstup pomalého elektromechanického převodníku (3) připojen k výstupu vstupního součtového členu (2), kdežto výstup tohoto pomalého elektromechanického převodníku (3) je připojen jednak ke vstupu výstupního součtového členu (5) a jednak ke vstupu vstupního součtového členu (2), kdežto rychlý elektrohydraulický převodník (4) je svým vstupem připojen k výstupu vstupního součtového členu (2) a svým výstupem ke vstupu výstupního součtového členu (5), který je svým výstupem připojen ke členu (6) výběru minima.

1 výkres

