



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

224 787

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno

(21) (PV 122-82

06 01 82

(51) Int. Cl.³ G 05 B 1/01

(40) Zveřejněno

27 05 83

(45) Vydáno

01 09 84

(75)

Autor vynálezu

ČERMÁK JIŘÍ ing. CSc.,

PRAHA

(54)

Zařízení pro průběžné automatické řízení plynovodních úseků

Vynález se týká zařízení zaměřeného pro použití k průběžnému plně automatickému řízení plynovodních úseků sítě nebo tranzitu i s předřazenou kompresorovou stanicí.

Dosavadní stav techniky v tomto oboru je charakterizován tím, že vlastní řízení provozu jednotlivých skupin plynovodních úseků, ať již v síti nebo na tranzitním plynovodu, je prováděno výhradně na základě pozorování, sledování, rozhodnutí a příkazů specialistů na dispečerských stanicích a ústřednách. Operativní rozhodování dispečerů při osobním, ručním nebo někdy poloautomatickém řízení v praxi se opírá zatím v první řadě o osobní sledování momentálního stavu úseků, jejich minulých, právě probíhajících i

očekávaných změn režimu na těchto úsecích. Soubor informací o stavu a vývoji plynovodní sítě pro dispečera se zjišťuje určitým heterogenním kontrolním systémem měřených fyzikálních veličin, jako tlaků, průtoků, teplot atd. Rozhodování při uvedeném osobním dispečerském řízení se opírá zejména o dosavadní zkušenosti dispečerů s operačními zásahy, manipulacemi a jejich důsledky uplatněnými ve výsledném provozu plynovodních úseků. V posledních letech se začíná uplatňovat přístup, kdy osobní regulační zásahy dispečerů se opírají také ještě o aplikaci speciálně pro počítač sestavených simulačních programů dynamiky tranzitních procesů plynu, určených pro odhad dynamického chování a změn pracovních režimů např. v následujících dvacetičtyřech hodinách, po dvou, třech dnech, a to po určitých předpokládaných, resp. prognózovaných změnách hodnot odběrů plynu na různých místech plynovodní sítě. Při tomto druhu řízení sítě nebo tranzitu se využívá počítače jen jako rádce úřadujícího dispečera, neboť ten sám je vlastně zapojen v regulační smyčce jako trvalý lidský činitel, a počítač, jakožto občasný poradní zdroj pomocných informací pro dispečera, je trvale mimo regulační smyčku, která zahrnuje dispečera jako funkční element uzavřeného regulačního okruhu. V současné době ještě neexistuje nikde žádný plně automatizovaný regulační systém s jednotnou strukturou, který by byl schopen bez přímé účasti člověka v regulačním okruhu splňovat podle spolehlivých regulačních algoritmů a fyzikálně-kybernetických principů technické a ekonomicky optimální podmínky automatického řízení přepravních

systémů plynu v síti nebo u tranzitu.

224 787

Nevýhodou všech dosavadních řešení je, že vždy se jedná o přerušované neautomatizované osobní řízení dispečerských individualit, s vysokým stupněm subjektivních postojů, podložených neúplnými, velmi často nepostačujícími informacemi o síti a o rozložení zásob plynu na jednotlivých úsecích, zejména však často s nemožností postihnout jak prognózované, tak také neočekávané změny v odběrech na různých místech transportní sítě. Dosavadní přístupy a způsoby řízení jsou dostatečně vyhovující pouze pro přísně programové chování odběratelů, a to samozřejmě jen bez nečekaných výpadků a neplánovaných změn v různých místech přepravního zařízení. V současnosti používané měřicí soubory veličin jsou heterogenní a netvoří kompaktní výsledné informace pro dispečerské ani pro automatizované řízení; samo o sobě i sebelépe zajištěné velké množství měřených fyzikálních veličin nemusí být ani pro dispečerské řízení dostatečným vodítkem, není možné je jen opakovaně kontrolovat a vyvozovat z nich vždy jednoznačně správné závěry pro řídicí zásahy do sítě. Není v lidských možnostech dohlédnout a domyslet všechny alternativy vývoje situace plynovodní sítě po provedení různých zásahů a zákroků. Dispečer také nemůže hazardovat a experimentovat s provozem sítě. Tím spíše ovšem nejsou dosavadní přístupy dostačující pro automatizovaný systém. Pro rozhodování a řídicí zákroky leckdy chybí celkově zpracované informace o současném stavu a trendu vývoje v chování sítě. Z hlediska potřeb osobního řízení režimů na plynovodních zaříze-

ních dispečerem je nutno konstatovat, že ani sebelépe organizované globální simulační programy pro zpracování postupného vývoje situace na síti nemohou poskytovat pravdivý obraz vývoje budoucích situací za den, dva i více dnů, neboť jejich vstupní data v průběhu předpokládaného budoucího vývoje odběrových procesů se dodnes opírají jen o prognózy v chování odběratelů. Ani tyto prognózy nejsou obvykle k dispozici nebo nejsou dostatečně spolehlivé. Odhady a výpočty respektující proměnlivé zatížení sítě od odběratelů patří i v technicky vyspělých státech mezi velmi obtížné problémy. Hlavní nevýhodou všech dosavadních řešení problémů a zařízení pro řízení je, že neumožňují ve své podstatě použít respektive sestavit plně automatizované zpětnovazební okruhy pro řízení provozu i napájení skupiny plynovodních úseků v uzavřené smyčce, spolu s předřazenou kompresorovou stanicí, to je tedy automaticky v uzavřené smyčce bez lidského mezičlánku vytvořit systém pro spolehlivé řízení zmíněných skupin objektů za jakékoliv odběrové situace.

Výhodou zařízení podle vynálezu je zejména to, že je možno jej použít jako základního elementu k uspořádání a sestavení plně automaticky pracujícího zařízení pro průběžné repetiční řízení dopravních režimů, na plynovodních úsecích sítě nebo tranzitu, zásobovaných předřazenou kompresorovou stanicí; zařízení umožňuje vybudovat plně automatizovaný zpětnovazební systém řízení bez používání lidského mezičlánku v regulačních obvodech. Další výhodou zařízení podle vynálezu je, že nepotřebuje pro svou repetiční auto-

matickou funkcí různorodý soubor fyzikálních dat, odměřovaných na plynovodním zařízení, ale opírá se důsledně jen o homogenní soubor průběžně měřených tlaků u plynovodního zařízení, respektive sítě; pomíjí zcela nutnost měření hmotnostního průtoku plynu, a přesto je schopno dostatečně přesně analyzovat pracovní režimy na plynodopravních liniích. Výhodou tohoto přístupu je, že realizace měření tlaku plynu patří jednak mezi měření fyzikálně nejjednodušší, jednak relativně přesná a navíc levná v porovnání s měřením hmotnostního průtoku plynu, které je zpravidla o celý řád dražší.

Zařízení používá jako svou vstupní informaci jen minimálně nutný počet realizací měřených tlaků na síti. Na libovolně velikém souboru N seriově propojených úseků je potřeba realizovat vždy pouze $N+1$ měření tlaků. Naopak s každým paralelně připojeným úsekem plynovodu se tento souhrnný počet snímaných tlaků zmenšuje vždy o jednu realizaci. V podstatě přichází tedy v úvahu na jeden plynovodní úsek jen jedno jediné měření tlaku.

Dalším přínosem tohoto zařízení je, že odstraňuje obtíže s dlouhodobým systematickým sběrem dat u dané plynovodní sítě nebo její části vyskytujících se při budování podkladů potřebných k osobnímu řízení dispečerských individualit. Výhodou zde je rovněž nepřímé měření tzv. poruch ustálených režimových stavů soustavy vlivem utajených změn v odběrech, určených nepřímo právě přes zmíněný již soubor minimálního počtu hodnot měřených tlaků v místech odběrů. Regulač-

ní systém se opírá o opakovaně, cyklicky pracující kybernetický systém, který je schopen každou podstatnou změnu v odběru zjistit, zhodnotit a současně okamžitě vykompenzovat, respektive již dopředu apriorně paralyzovat. Změny latentního odběru od odběratelů, jejich libovolné kvantitativní změny v různých místech řízeného systému jsou tímto kybernetickým systémem globálně zjišťovány a jsou také permanentně přehodnocovány požadavky na napájecí kompresorovou stanici; zařízení podle vynálezu reaguje adekvátně k velikosti poruchových veličin, to je podle velikosti změn odběrů oproti rovnovážnému stavu, reaguje na tyto poruchy tak, že kompenzuje v nejkratším čase celkovou změnu v latentním odběru plynu přiměřeným zvýšením požadavku na kompresorovou stanici. Přímou se určuje a vyhodnocuje optimální velikost výstupního tlaku ve výstupní části kompresorové stanice. Predikce postupně se vyvíjejících důsledků změn v latentních odběrech je při každém vzorkování na regulovaném objektu řídicím systémem opakovaně v cyklech přehodnocována. Výhodou je také, že celá struktura zmíněného zařízení je fyzikálně a principiálně velmi jednoduchá a koncepčně homogenní.

Podstata zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že výstupy dálkových převaděčů dat druhého až předposledního čidla tlaku jsou propojeny jednak s prvním vstupem výpočtového bloku příslušného následujícímu plynovodnímu úseku, jednak s druhým vstupem výpočtového bloku příslušného předchozímu plynovodnímu úseku, a jednak s prvním vstupem predikčního bloku difference tlaku příslušného následujícímu

plynovodnímu úseku, výstup dálkového převaděče dat prvního čidla tlaku je spojen jednak s prvním vstupem výpočtového bloku příslušného následujícímu plynovodnímu úseku a jednak s prvním vstupem predikčního bloku difference tlaku příslušného následujícímu plynovodnímu úseku, výstup dálkového převaděče dat posledního čidla tlaku je spojen s druhým vstupem výpočtového bloku příslušného poslednímu plynovodnímu úseku, výstupy pro signál hmotnostního průtoku plynu výpočtových bloků příslušných plynovodních úseků jsou připojeny ke druhým vstupům příslušných predikčních bloků difference tlaku, jejichž výstupy jsou připojeny ke vstupům součtového bloku, k němuž je připojen rovněž výstup bloku pro požadovanou hodnotu koncového tlaku řízené plynovodní sekce, výstup součtového bloku je připojen na příslušný vstup bloku kompresorové stanice, na jehož výstup je připojeno první čidlo tlaku řízené sekce.

Příklad provedení zařízení podle vynálezu je znázorněn na výkresu, který představuje blokové schema zapojení pro kompresorovou stanici spolu s přiřazenou řízenou sekcí složenou ze dvou plynovodních úseků.

Na výstupu bloku 100 kompresorové stanice je připojeno první čidlo 1 tlaku řízené plynovodní sekce skládající se ze dvou plynovodních úseků 101 a 102. Na konci řízené plynovodní sekce, v daném případě na konci druhého plynovodního úseku 102, je umístěno čidlo 3 tlaku, které je v daném případě posledním čidlem tlaku řízené plynovodní sekce. V oblasti vzájemného napojení plynovodních úseků 101 a 102

je umístěno čidlo 2 tlaku. Čidla 1, 2, 3 tlaku jsou připojena ke vstupům jim příslušných dálkových převaděčů 4, 5, 6 dat. Výstup dálkového převaděče 4 dat příslušného prvnímu čidlu 1 tlaku je připojen jednak na první vstup výpočtového bloku 8 hmotnostního průtoku plynu v koncové oblasti plynovodního úseku 101 a jednak na první vstup predikčního bloku 10 budoucí očekávané difference tlaku na prvním plynovodním úseku 101. Výstup dálkového převaděče 5 dat příslušného druhému čidlu 2 tlaku je připojen jednak na první vstup výpočtového bloku 7 hmotnostního průtoku plynu v koncové oblasti plynovodního úseku 102, jednak na druhý vstup předchozího výpočtového bloku 8 a jednak na první vstup predikčního bloku 9 budoucí očekávané difference tlaku na druhém plynovodním úseku 102. Výstup dálkového převaděče 6 dat posledního čidla 3 tlaku je spojen s druhým vstupem výpočtového bloku 7. Výstupy pro signál hmotnostního průtoku plynu výpočtových bloků 7, 8 jsou připojeny k druhým vstupům jim příslušných predikčních bloků 9, 10, jejichž výstupy jsou připojeny ke vstupům součtového bloku 11, k němuž je rovněž připojen výstup bloku 12 pro požadovanou hodnotu koncového tlaku řízené plynovodní sekce. Výstup součtového bloku 11 signálu doporučené hodnoty výstupního tlaku plynu dodávaného z kompresorové stanice do plynovodního úseku 101 je připojen na vstup bloku 100 kompresorové stanice. V místě čidla 1 a 3 tlaku jsou znázorněny odbočky 103, 104 pro odběr plynu z řízené plynovodní sekce.

Zařízení podle vynálezu funguje takto:

Hodnoty tlaku protékajícího plynu, snímané průběžně nebo cyklicky v určitých časových intervalech pomocí čidel 1, 2, 3 tlaku v okrajových oblastech jednotlivých plynovodních úseků 101, 102 řízené plynovodní sekce, jsou zaváděny pomocí dálkových převaděčů 4, 5, 6 dat do příslušných výpočtových bloků 7, 8, 9, 10 počítače nebo mikroprocesoru. V prvních dvou výpočtových blocích 7, 8 jsou na základě vždy jediných dvou hodnot vstupních veličin, to je vždy z hodnot tlaku plynu na začátku a na konci každého z plynovodních úseků 101, 102, vyhodnocovány průběžně nebo v časových intervalech podle známých algoritmů hodnoty hmotnostního průtoku plynu, který momentálně existuje v koncové oblasti každého z obou plynovodních úseků 101, 102, tj. z plynovodního úseku 101 v bloku 8 a z plynovodního úseku 102 v bloku 7. V druhých dvou na schematu znázorněných predikčních blocích 9 a 10 jsou z vypočtených hodnot hmotnostního průtoku plynu v koncové oblasti každého z obou plynovodních úseků 101, 102 a z hodnoty příslušného počátečního tlaku na plynovodním úseku 101, 102 určovány pomocí jednoduchých algoritmů příslušné tlakové difference. Pro každý plynovodní úsek zvlášť se tedy určuje, k určité průběžně se vyvíjející, respektive se měnící hodnotě koncového hmotnostního průtoku a k hodnotě měřeného počátečního tlaku téhož plynovodního úseku, také příslušný apriorně určený, očekávaný druhý koncový tlak, a tím tedy i očekávanou rodící se diferencí obou okrajových tlaků na daném úseku. V následném jediném ryze součtovém

bloku 11 pak dochází k prostému sčítání hodnot diferencí tlaku jak z bloku 9, tak 10 spolu s hodnotou výstupní veličiny bloku 12, která představuje žádanou respektive požadovanou hodnotu tlaku na konci řízené plynovodní sekce, v našem případě tedy tlaku měřeného snímačem 3 na konci plynovodního úseku 102. Výstupní veličina z bloku 11 přímo určuje již doporučenou, respektive žádanou absolutní hodnotu tlaku, která by měla být dodržována na začátku řízené sekce, to je na výstupu plynu z bloku 100 kompresorové stanice předřazeného řízené plynovodní sekci. Výstup z bloku 11 je proto na schematu zaváděn zpětnovazebně jako výsledná zpětná vazba do bloku 100 kompresorové stanice. Je-li hodnota zadávaného koncového tlaku sekce z bloku 12 zvolena správně, pak celý primární řídicí systém udržuje sekci přepravní sítě nebo transitu na této hodnotě, ať jsou neprogramované latentní odběry plynu ze sekce jakkoli proměnlivé. Řídicí zařízení podle této koncepce funkčního blokového schematu jednak nedovolí provoz na příliš vysoký koncový tlak řízené sekce, a tím zabráňuje ztrátám na zbytečně veliké vynakládání energie na přepravu plynu, a současně také splňuje podmínku pro udržování ne příliš nízkého koncového tlaku z důvodů bezpečnosti provozu. Výsledkem operační funkce řídicího systému je tedy provoz řízené soustavy s optimálním diapazonem pro koncový tlak, bez ohledu na latentní změny v odběrech plynu na různých místech plynovodní sítě.

Po stereotypním rozšíření blokového schematu zařízení i pro různě rozsáhlou množinu plynovodních úseků, zůstává

toto zařízení podle vynálezu z právě rozebraných hledisek plně funkční, jak co do optimálního, tak také co do bezpečnostního provozu a vyznačuje se tím, že koncový tlak bude vždy v určitém režimovém diapazonu shora ohrazeném podmínkou energetické optimality transportu plynu, a zdola podmínkou bezpečnosti provozu.

Vynálezu je vhodné použít zejména pro přípravu nových koncepcí v oblasti dispečerské problematiky řízení plynovodních režimů tam, kde se připravuje koncepce plně automatického řízení bez lidského činitele ve zpětné vazbě, také pro přípravu programovaného automatického řízení rozsáhlých plynovodních transportních sítí nebo linií transitního plynovodu v energetice a také chemii pomocí autonomních robotických řídicích systémů, zajišťujících transportní provoz jak z hlediska ekonomiky, tak i bezpečnosti při současném respektování apriorních prognostických hledisek.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

224 787

Zařízení pro průběžné automatické řízení plynovodních úseků s kompresorovou stanicí, opatřené na začátku a na konci řízené sekce a rovněž v oblasti vzájemného napojení jednotlivých plynovodních úseků čidly tlaku, připojenými na jim příslušné dálkové převaděče dat, vyznačené tím, že výstupy dálkových převaděčů (5) dat druhého až předposledního čidla (2) tlaku jsou propojeny jednak s prvním vstupem výpočetního bloku (7) příslušného následujícímu plynovodnímu úseku (102), jednak s druhým vstupem výpočetního bloku (8) příslušného předchozímu plynovodnímu úseku (101), a jednak s prvním vstupem predikčního bloku (9) difference tlaku, příslušného následujícímu plynovodnímu úseku (102), výstup dálkového převaděče (4) dat prvního čidla (1) tlaku je spojen jednak s prvním vstupem výpočetního bloku (8) příslušného následujícímu plynovodnímu úseku (101) a jednak s prvním vstupem predikčního bloku (10) difference tlaku příslušného následujícímu plynovodnímu úseku (101), výstup dálkového převaděče (6) dat posledního čidla (3) tlaku je spojen s druhým vstupem výpočetního bloku (7) příslušného poslednímu plynovodnímu úseku (102), výstupy pro signál hmotnostního průtoku plynu výpočetních bloků (7,8) příslušných plynovodních úseků (102,101) jsou připojeny ke druhým vstupům příslušných predikčních bloků (9,10) difference tlaku, jejichž výstupy jsou připojeny ke vstupům součtového bloku (11), k němuž je připojen rovněž výstup bloku (12) pro požadovanou

hodnotu koncového tlaku řízené plynovodní sekce, výstup součtového bloku (11) je připojen na příslušný vstup bloku (100) kompresorové stanice, na jehož výstupu je připojeno první čidlo (1) tlaku řízené plynovodní sekce.

† výkres

