



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

204 729

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 12 07 79
(21) PV 4870-79

(51) Int. Cl.³ G 01 N 9/32
// G 01 N 11/10

(40) Zveřejněno 31 07 80
(45) Vydáno 01 07 83

(75)

Autor vynálezu SEICHTER PAVEL ing., BRNO
PŘEHNAL VOJTĚCH ing., BRNO

(54) Způsob zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu a zařízení pro zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů, zejména aparátů pracujících v chemickém průmyslu. Příkladem použití způsobu a zařízení podle vynálezu je zjišťování nárůstu mechanických usazenin ve výměnících tepla, v pecních trubkách, kondenzátorech atp. Zcela specifickým příkladem použití je zjišťování volného průtočného objemu kondenzátorů, určených k vymrazování těkavých fluoridů, vznikajících při regeneraci vyhořelého jaderného paliva plyným fluorem.

Je všeobecně známo, že při provozu různých chemických či jiných aparátů protékanych plynem nebo kapalinou dochází k jejich zanášení vlivem usazování mechanických nečistot anebo zplodin v nich probíhajících fyzikálně-chemických reakcí a přeměn (např. kondenzace, adsorpce). Pracovní objem aparátů pak postupem času klesá, až dojde k úplnému zanesení. Současně se zmenšením pracovního objemu aparát přestává plnit postupně svou funkci a stoupá tak nebezpečí vzniku havarijního stavu. Jeví se proto bezpodmínečně nutné, mít k dispozici metodu nebo zařízení, které by umožňovalo sledovat průběh zanášení aparátu a předcházet tak havarijním stavům.

V dosavadní průmyslové praxi se pro zjišťování nárůstu mechanických sedimentů, tuhých zplodin chemicko-fyzikálních přeměn nebo zkondenzovaných produktů postupuje obvykle tak, že stupeň zanesení aparátu a přípustná doba provozu se stanoví odhadem na základě dlouhodobých zkušeností.

U aparátů menších rozměrů a o nižší hmotnosti je možné pro zjišťování průtočného objemu použít metody založené na měření hmotnosti tohoto aparátu během provozu. Tato metoda je však použitelná jen tehdy, jestliže se měrná hmotnost uvaženin, respektive ukládajících se produktů reakce výrazně liší od měrné hmotnosti aparátem protékajícího reakčního prostředí. V opačném případě se totiž žádná změna měrné hmotnosti pracujícího aparátu prakticky nezaznamená. Navíc je třeba provádět při tomto způsobu měření velmi přesná a náročná vážení celé aparatury, zabudované v potrubním systému. Obtížnost vážení se zvyšuje ještě dále v případě, jestliže se má provádět ve zdraví škodlivém prostředí, například v radioaktivně zamořeném prostředí. Dále je třeba zajistit rovněž kloubové uložení aparátu, což je v provozních podmínkách velmi obtížné a často dokonce neproveditelné.

V některých případech, zejména u aparátů pracujících v chemickém průmyslu, je možno volný vnitřní objem aparátu určit prostým stanovením objemu jedné z přítomných fází v tomto zařízení, například zadržného objemu plynu v kapalině. Měřicí technika používaná pro tento postup je však většinou dosti nespolehlivá a docílené výsledky jsou proto nepřesné.

Je tedy možno shrnout, že žádný z dosud popsaných a uplatňovaných způsobů a zařízení nesplňuje zcela požadavek možnosti plynulého sledování postupného zanášení průtočných aparátů a jeho měření s přesností, jež by umožnila předcházet havarijním stavům aparátu.

Tyto podmínky jsou naproti tomu splněny u způsobu zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že do média proudícího průtočným aparátem se na jeho vstupu do aparátu přidá značkovací látka s odlišnými vlastnostmi než má proudící médium, přičemž na výstupu z průtočného aparátu se provádí analýza proudícího média z hlediska jeho změněných vlastností, popřípadě z hlediska přítomnosti přidané značkovací látky za současného měření velikosti průtoku značkováného média.

Způsob zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů podle vynálezu umožňuje stanovit za použití velmi jednoduchých prostředků a s potřebnou přesností velikost neznámého volného objemu zaujímaného proudící kapalinou nebo plynem a z průběhu změn této velikosti zjistit stav nárůstu tuhé či husté kapalně hmoty ve sledovaném objemu. Dosahuje se toho tím, že se vyvolá změna některé vlastnosti protékající kapaliny nebo plynu na vstupu do zjišťovaného objemu a sleduje se odezva, tj. změna této vlastnosti na výstupu ze zjišťovaného objemu, jež je závislá na velikosti i tvaru tohoto objemu.

Stanovení velikosti zjišťovaného objemu V průtočného aparátu je pak založeno na skutečnosti, že výstupní změna - odezva se opozdí, respektive rozloží oproti okamžiku zavedení vzruchu nebo impulzu do proudícího média. Velikost zjišťovaného objemu V se určí ze závislosti $V = Q \cdot \bar{t}$, kde Q značí měřený průtok, $\bar{t}$ značí střední dobu zdržení tekutiny ve sledovaném objemu.

Změnu vstupní vlastnosti průtočného média je možno realizovat několika způsoby,

odlišnými podle toho, je-li proudicím médiem kapalina nebo plyn. Je-li proudicím médiem kapalina, je možné použít jako značkovacího média buď malého podílu proudicího média, (tj. do 2 % max. do 5 % objemu průtočného aparátu), u něhož se změni některá ze stavových veličin, například teplota, měrná hmotnost či elektrický odpor, anebo malého podílu proudicího média, k němuž se přidá cizí značkovací látka, například radioaktivní složka nebo neaktivní sůl.

První způsob je vhodný v případě, že proudicím médiem je kapalina, do níž z technologického hlediska není možné přidat ani nepatrné množství látky odlišné, než která protéká aparátem, zatímco v druhém případě k indikaci změny postačí i stopové množství cizí značkovací látky za předpokladu, že ani toto stopové množství nenaruší průběh proudění kapalného média v průtočném aparátu.

Pro plynné proudicí médium se s výhodou používá jako značkovací látky inertního plynu s odlišnou fyzikální vlastností než má proudicí médium, například hélia nebo vodíku.

Zařízení ke zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů sestává ze zařízení pro vstřikování značkovací látky tvořeného tlakovým zásobníkem a elektromagnetickým ventilem, jehož výstup je zaústěn do vstupní části průtočného aparátu, z čidla měřicího přístroje pro měření změn vlastností vystupujícího značkovacího média, které je umístěno ve výstupní části průtočného aparátu, z průtokoměru rovněž umístěného ve výstupní části průtočného aparátu a z obvodu pro vyhodnocování měřených veličin a doby trvání měření.

Výhodou zařízení je možnost vstřikování i stopového množství značkovací látky, což umožňuje zejména kombinace tlakového zásobníku s elektromagnetickým ventilem.

Čidlo měřicího přístroje je vytvořeno jako snímač změn, které proběhnou v proudicím médiu po vstřiknutí značkovací látky, tj. jednak jako snímač teploty proudicího značkovacího média v případě, že se přidáním značkovací látky změni teplota média, jednak jako kontinuální snímač pH v případě, kdy se do proudicího média vstřikuje jako značkovací látka kyselý nebo zásaditý prvek, dále jako snímač elektrického odporu v případech, kdy se jako značkovacího média používá radioaktivní složky nebo neaktivní soli, čímž se změni elektrická vodivost proudicího média, anebo jako snímač tepelné vodivosti při analýze plynů, kdy se jako značkovacího média používá zpravidla hélia.

Obvod pro vyhodnocování měřených veličin a doby trvání měření sestává z převodníku tlakové difference, jehož vstup je připojen na průtokoměr, zatímco jeho výstup je připojen na vstup odmocňovacího přístroje a jeho napájecí svorky jsou připojeny na napájecí zdroj, dále sestává ze zesilovače, na jehož vstup je připojeno čidlo měřicího přístroje. Na výstup čidla měřicího přístroje je připojen vstup integrátoru přímého signálu měřené veličiny a první vstup vstupní analogové násobičky, na jejíž druhý vstup je připojen časovací obvod, spojený přes spínač se zdrojem referenčního napětí. Na výstup vstupní analogové násobičky je připojen vstup integrátoru násobeného signálu měřené veličiny a jeho výstup je připojen na první vstup analogové děličky. Na druhý vstup analogové děličky je připojen výstup integrátoru přímého signálu měřené veličiny, zatímco výstup

204 729

analogové děličky je napojen na vstup koncové analogové násobičky, jejíž výstup je zaveden na indikační přístroj.

Výhodou tohoto vyhodnocovacího obvodu je jednoduché zpracování matematických operací podle jednoduchých analogových vztahů, bez nutnosti použití složitého číslicového počítače. Odezva na vstupní impuls představuje tzv. rozložení dob zdržení značkovací kapaliny nebo plynu v průtočném aparátu. Jako každé jiné matematické rozložení má i toto rozložení dob zdržení proudícího média tzv. momenty rozložení. Prvním momentem tohoto rozložení kolem počátku je právě střední doba rozložení. Hodnotu $\bar{t}$ je možno pro impulsní změnu na vstupu vypočítat ze vztahu

$$\bar{t} = \frac{\int_0^{\infty} t Y(t) dt}{\int_0^{\infty} Y(t) dt} = \frac{I_2}{I_1}$$

$\bar{t}$ - značí střední dobu zdržení

t - dobu trvání měření od okamžiku impulsního vzruchu

Y(t) - odpovídající hodnotu měřené výstupní změny v čase t

I₁ - symbol pro označení jmenovatele zlomku

I₂ - symbol pro označení čitatele zlomku

Experimentální zkušenosti ukazují, že doba dostatečná pro provedení měření vzruch - odezva, činí v praxi $t_k = 3$. Tato doba zajišťuje, že chyba měření střední doby zdržení je menší než 0,5 %.

Výše uvedený postup je možno realizovat pomocí zařízení, jehož příkladné provedení je schematicky znázorněno na připojeném výkrese.

Zařízení pro zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů podle vyzobrazení sestává ze vstřikovacího zařízení tvořeného tlakovým zásobníkem 1 značkovací látky a elektromagnetického ventilu 2 spojeného se vstupní částí průtočného aparátu 19, dále z čidla měřicího přístroje 3 pro měření výstupních změn vlastností proudícího značkovacího média, z průtokoměru 4 a z ovládacího a vyhodnocovacího obvodu 5-18.

Ovládací a vyhodnocovací obvod tvoří přitom spínač 12, který uvádí obvod do činnosti a kterým se referenční napětí ze zdroje 11 připojí na časovací obvod, jenž vysílá impulzy k otevření elektromagnetického ventilu 2, dále převodník tlakové difference 5, který je propojen s napájecím zdrojem 6 a odmocňovacím přístrojem 7. Dalším funkčním celkem obvodu je zesilovač 8, který je propojen s čidlem měřicího přístroje 3, s integrátorem 9 přímého signálu měřené veličiny a vstupní analogovou násobičkou 14. Elektromagnetický ventil 2 je spojen s klopným obvodem 10, jehož výstup vede na časovací obvod 13, který je připojen přes spínač 12 na zdroj referenčního napětí 11. Současně je na časovací obvod 13 napojena vstupní analogová násobička 14, jejíž výstup je propojen s vstupem integrátoru 15 násobeného signálu měřené veličiny, jehož výstup je zaveden na první vstup děličky 16, na jejíž druhý vstup je zaveden výstup integrátoru 9 přímého signálu měřené veličiny. Výstup z analogové děličky 16 a výstup z odmocňovacího přístroje 7 jsou přivedeny na vstup výstupní analogové násobičky 17, jejíž výstup je připojen na liniový zapisovač 18.

Způsob a zařízení pro zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů podle vynálezu je možno s výhodou vzhledem k možnosti dálkového ovládání použít zejména i v provozech s vysokou radioaktivitou.

Příkladem takového použití je zjišťování obsahu zkondenzovaných těkavých fluoridů uranu a plutonia v chladicích kondenzátorech linky pro regeneraci vyhořelého paliva. Dosaďování sledování nárůstu obsahu kondenzátorů, respektive poklesu jejich vnitřního objemu bylo sťiženo okolností, že kondenzátory jsou, tak jako celá regenerační linka, provedeny jako celokovové, z materiálu odolného vůči radioaktivnímu zařízení, takže vizuální kontrola je zcela znemožněna. Měření je přitom nutno provádět s dostatečnou přesností a v radioaktivně zamořeném prostoru.

Při konkrétním případě použití způsobu a zařízení podle vynálezu ke shora uvedenému účelu se v kondenzátoru regenerační linky během hodinového provozu zachytilo asi 3 kg zkondenzovaných fluoridů uranu a plutonia ve formě sněhu. Celkový podíl těchto produktů na změně hmotnosti kondenzátorů činil asi 1,5 %, zatímco změna (pokles) volného objemu těchto aparátů činil minimálně 10 % původního objemu.

Při použití hélia jako značkovací látky byla výstupní změna vlastností protékající plynné směsi sledována pomocí měřiče změny tepelné vodivosti se žhaveným niklovým vláknem, zapojeným do jedné větve odporového můstku; při střední době zdržení proudícího plynu v kondenzátoru asi 18,5 s činila doba potřebná pro zjištění objemu a vyhodnocení testu "vzruch - odezva" méně než 1 minutu. V průběhu provozu kondenzátorů byl pokus opakován přibližně v minutových intervalech, přičemž pro vyhodnocení změn bylo užito zapojení podle schématu znázorněného na připojeném výkrese. Zjištěný průběh změny objemu byl průběžně registrován na liniovém zapisovači.

K hlavním přednostem způsobu a zařízení pro zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů podle vynálezu patří zejména tyto okolnosti: celý systém je plně automatizovaný s možností dálkového ovládání; systém nevyžaduje pohyblivých součástí; všechny díly zařízení je možno zhotovit z materiálů, které odolávají i silné radioaktivitě, například nikl; veškeré přístroje potřebné k sestavení zařízení jsou běžně dostupné v obchodní síti a vykazují vysokou přesnost i časovou stálost údajů; zařízení je možno použít i pro případy, kde žádného jiného principu použít nelze; způsob zjišťování nárůstu mechanických usazenin v průtočných aparátech podle vynálezu umožňuje přitom provádět měření s podstatně vyšší přesností, neboť měřená změna vnitřního objemu zařízení je téměř řádově vyšší než změna hmotnosti celého zařízení.

Popis dříve uvedených aplikačních možností způsobu a zařízení podle vynálezu je možno dále doplnit o některé další, zcela specifické oblasti, například zjišťování okamžitého zadržného objemu vzduchu v míchaných fermentorech, zjišťování nárůstu mechanických sedimentů ve výměnících na tekutý sodík atp.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zjišťování vnitřních objemů průtočných aparátů, vyznačený tím, že do média proudícího průtočným aparátem se na jeho vstup do aparátu přidává značkovácí látka s odlišnými vlastnostmi než má proudící médium, přičemž na výstupu z průtočného aparátu se provádí analýza proudícího média z hlediska jeho změnných vlastností, popřípadě z hlediska přítomnosti přidávané značkové látky za současného měření velikosti průtoku značkováného média.
2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že jako značkovácí látky se použije malého podílu proudícího média, u něhož se změní některá z jeho stavových veličin, například teplota, měrná hmotnost nebo elektrický odpor.
3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že jako značkovácí látky se použije malého podílu proudícího média, k němuž se přidá cizí značkovácí látka, například radioaktivní složka nebo neaktivní sůl.
4. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že jako značkovácí látky se pro plynné proudící médium použije inertního plynu s odlišnou fyzikální vlastností než má proudící médium, například odlišnou tepelnou vodivostí.
5. Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1 až 4, vyznačené tím, že sestává ze zařízení (1, 2) pro vetřikování značkové látky, jehož výstup je zaústěn do vstupní části průtočného aparátu (19), z průtokoměru (4) umístěného ve výstupní části průtočného aparátu (19), z čidla měřicího přístroje (3) pro měření změn vlastností vystupujícího značkováného média, které je rovněž umístěno ve výstupní části průtočného aparátu (19) a z obvodu (5-18) pro vyhodnocování měřených veličin a doby trvání měření.
6. Zařízení podle bodu 5, vyznačené tím, že zařízení pro vetřikování značkové látky je tvořeno tlakovým zásobníkem (1) napojeným na vstupní prostor průtočného aparátu (19) přes elektromagnetický ventil (2), který je prostřednictvím klopného obvodu (10) napojen na obvod (5-18) pro vyhodnocování měřených veličin a doby trvání měření.
7. Zařízení podle bodů 5 a 6, vyznačené tím, že čidlo měřicího přístroje (3) je vytvořeno snímačem pro měření teploty proudícího značkováného média.
8. Zařízení podle bodů 5 a 6, vyznačené tím, že čidlo měřicího přístroje (3) je vytvořeno kontinuálním snímačem pH proudícího značkováného média.
9. Zařízení podle bodů 5 a 6, vyznačené tím, že čidlo měřicího přístroje (3) je vytvořeno snímačem elektrického odporu proudícího značkováného média.
10. Zařízení podle bodů 5 a 6, vyznačené tím, že čidlo měřicího přístroje (3) je vytvořeno snímačem pro měření tepelné vodivosti proudícího značkováného média.

11. Zařízení podle bodů 5 až 10, vyznačené tím, že obvod (5-18) pro vyhodnocování měřených veličin a doby trvání měření sestává z převodníku tlakové difference (5), jehož vstup je připojen na průtokoměr (4), zatímco jeho výstup je připojen na vstup odmocňovacího přístroje (7) a jeho napájecí svorky jsou připojeny na napájecí zdroj (6), dále ze zesilovače (8), na jehož vstup je připojeno čidlo měřicího přístroje (3), zatímco na výstup je připojen vstup integrátoru (9) přímého signálu měřené veličiny a první vstup vstupní analogové násobičky (14), přičemž na druhý vstup analogové násobičky (14) je připojen časovací obvod (13) spojený přes spínač (12) se zdrojem referenčního napětí (11), dále z integrátoru (15) násobeného signálu měřené veličiny, jehož vstup je připojen na výstup vstupní analogové násobičky (14) a výstup na první vstup analogové děličky (16), přičemž na druhý vstup analogové děličky (16) je připojen výstup integrátoru (9) přímého signálu měřené veličiny, zatímco výstup analogové děličky (16) je napojen na vstup koncové analogové násobičky (17), jejíž výstup je zaveden na indikační přístroj (18).

1 výkres

