



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 215 584

(11) (B 1)

K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

(61)

(23) Výstavná priorita
(22) Prihlášené 14 03 80
(21) PV 1762-80

(51) Int. Cl. ³ G 01 N 19/10

(40) Zveřejněné 30 11 81
(45) Vydané 15 04 1984

(75)
Autor vynálezu

MAŠEK VÁCLAV ing. BRNO
ŘÍMAN JAROSLAV, BRNO
MÁNEK OLDŘICH ing. BRNO
MALÁSEK VÁCLAV ing. BRNO

(54)

Způsob měření vlhkosti páry

Vynález se týká způsobu měření vlhkosti páry ve vzorku velmi vlhké parovodní směsi odebírané odběrovou sondou z měřeného zařízení v parovodech, ve kterých se může vyskytovat pára s širokou škálou relativně vysokých hodnot vlhkosti.

U provedení podle vynálezu je vzorek velmi vlhké parovodní směsi odebraný z měřeného zařízení nejprve zaveden do měřicího separátoru, vybaveného hladinoměrem, separátovým průtokoměrem v měřicím separátoru odseparované kapaliny a výstupním regulačním ventilem, v kterémžto měřicím separátoru je vzorek velmi vlhké parovodní směsi rozdělen na odseparovanou kapalinu a vlhkou páru o suchosti větší než 85 %, přičemž průtočné množství odseparované kapaliny je regulováno výstupním regulačním ventilem a měřeno separátovým průtokoměrem, hladina kapaliny v měřicím separátoru je měřena hladinoměrem a vlhká pára je zaváděna do zařízení pro měření vlhkosti, využívajícího pro stanovení vlhkosti páry o suchosti 85 až 100 % stavových změn páry s tím, že průtočné množství jednofázového média je na výstupu zařízení pro měření vlhkosti výstupním průtokoměrem.

Vynález se týká způsobu měření vlhkosti páry ve vzorku velmi vlhké parovodní směsi odebírané odběrovou sondou z měřeného zařízení v parovodech, ve kterých se může vyskytovat pára se širokou škálou relativně vysokých hodnot vlhkosti.

V technické praxi se často vyskytují požadavky na změřeni vlhkosti páry, přičemž není vždy požadována znalost spektrálního rozložení kapek vlhkosti v proudu páry.

Nejčastěji vycházejí požadavky na měření vlhkosti páry od konstruktérů turbín při studiu jakosti páry v posledních stupních nízkotlakových dílů turbín. Tím je dáno, že většina měřicích metod je orientována tak, aby vyhověla parametřům posledních stupňů turbín. Jsou známy různé způsoby stanovení vlhkosti v páře. Většina těchto metod je založena na principu měření stavových veličin mokré páry před a po provedení nějaké stavové změny páry. Z porovnání neměřených hodnot se pak stanoví výpočtem vlhkost páry.

Podle druhu stavové změny lze způsoby měření vlhkosti rozdělit na metody škrtící, kondenzační, metody s jedním nebo dvěma přehřevy mokré páry, nebo metodu směšovací. Velkou nevýhodou těchto metod je to, že umožňují měřit pouze vlhkost velmi nízkých hodnot. Pro vyšší hodnoty než 15 % jsou tyto metody nevyhovující. Výhodou uvedených způsobů měření ovšem je, že potřebná zařízení, na kterých se měření provádí, jsou velmi jednoduchá a laciná. Jsou známy rovněž optické metody měření vlhkosti. Tyto metody jsou přesné v podstatně větším rozsahu vlhkosti, ale zařízení pro provedení měření jsou velmi nákladná a měřené zařízení musí být vybaveno průzory, což značně zvyšuje cenu měření.

Uvedené nevýhody ostraňuje způsob měření vlhkosti páry ve vzorku velmi vlhké parovodní směsi, odebírané odběrovou sondou z měřeného zařízení, zvláště parovodů podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že vzorek velmi vlhké parovodní směsi odebraný z měřeného zařízení se nejprve zavede do měřicího separátoru, kde se rozdělí na odseparovanou kapalinu a vlhkou páru o suchosti větší než 85 %, než se vlhká pára zavede do zařízení pro měření vlhkosti, využívajícího pro stanovení vlhkosti páry o suchosti 85 až 100 % stavových změn páry s tím, že na výstupu zařízení pro měření vlhkosti výstupním průtokoměrem se měří průtokové množství jednofázového média.

Výhodou způsobu měření vlhkosti páry a parovodní směsi podle vynálezu je, že pro měření lze použít známých a ověřených metod, přičemž jsou použity přístroje relativně levné při značné přesnosti měření. Není přitom potřeba dělat žádné zvláštní úpravy ani na měřeném zařízení. Rozsah měření při užití tohoto způsobu je prakticky od vlhkosti 0 % až do vlhkosti 100 %.

Příklad provedení vynálezu je znázorněn na výkresu, představujícím schéma zařízení k provedení způsobu měření podle vynálezu.

Na výkresu je zobrazeno měřené zařízení 1, ve kterém je instalována sonda 2, propojená přiváděcí trubicí 3 s měřicím separátorem 4, který je opatřen hladinoměrem 6 a výstupním regulačním ventilem 5 na odváděcí trubce 7, ve které odtéká odseparovaná kapalina 16. Na odváděcí trubce 7 je také instalován separátorový průtokoměr 8.

V horní části měřicího separátoru 4 je vyústěna výstupní trubka 9, kterou je odváděna pára 15 k zařízení 10 pro měření vlhkosti, což může být jakýkoliv kalorimetr, na jehož výstupu 11 je instalován výstupní průtokoměr 12 pro měření množství jednofázového média 17. Sondou 2 je z měřicího zařízení 1 odebírán vzorek 13 velmi vlhké parovodní směsi 14. Na při-

váděcí trubce 3 je připojen hlavní regulační ventil 18.

Sondou 2 je například odebírán vzorek 13 velmi vlhké páry o tlaku 7,5 MPa a o suchosti přibližně $x \approx 0,3$. Přiváděcí trubkou 3 je vzorek zaveden do měřicího separátoru 4, kde dojde k oddělení odseparované kapaliny 16 od páry 15. Při konstantní úrovni hladiny v měřicím separátoru 4, byl naměřen na separátorovém průtokoměru 8 průtok odseparované kapaliny 16 $G_8 = 0,081 \text{ kg/s}$.

Pára 15 je odvedena výstupní trubkou 9 do zařízení 10 pro měření vlhkosti, v tomto případě do kalorimetru s dvojitým přehřevem, ve kterém je z bilancí energií spotřebovaných na první a na druhý přehřev páry 15 při známém ohřátí páry v obou přehřevech, stanovena suchost páry 15, $X_{10} = 0,92$. Na výstupním průtokoměru 12 je stanovena průtočná hmotnost jednofázového média 17, tedy přehřáté páry $G_{12} = 0,03726 \text{ kg/s}$.

Z naměřených hodnot lze pak stanovit množství páry ve vzorku 13 velmi vlhké páry G_p množství vody G_v v páře 15 ze vztahů

$$\frac{G_p}{G_v + G_p} = 0,92$$

kde značí

G_p množství páry ve vzorku 13 velmi vlhké páry /kg/s/

G_v množství vody v páře 15 (kg/s)

G_{12} průtočná hmota jednofázového média 17 (kg/s)

G_8 množství odseparované kapaliny (kg/s)

Celkové množství vody ve vzorku 13 velmi vlhké páry $G_{13} = G_v + G_8 = 0,08398 \text{ kg/s}$. Skutečná suchost vzorku 13 velmi vlhké páry je

$$X_{13} = \frac{G_p}{G_p + G_{13}} = 0,2899$$

kde značí

G_{13} celkové množství vody ve vzorku 13 velmi vlhké páry (kg/s)

X_{13} skutečná suchost vzorku 13 velmi vlhké páry (l)

Způsob měření vlhkosti podle tohoto vynálezu lze použít i pro měření na jiných směsích plynu a kapaliny.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob měření vlhkosti páry ve vzorku velmi vlhké parovodní směsi, odebírané odběrovou sondou z měřeného zařízení, zvláště parovodů, vyznačený tím, že vzorek (13) velmi vlhké parovodní směsi (14) odebraný z měřeného zařízení (1) se nejprve zavede do měřicího separátoru (4), kde se rozdělí na odseparovanou kapalinu (16) a vlhkou páru (15) o suchosti větší než 85 %, načež se vlhká pára (15) zavede do zařízení (10) pro měření vlhkosti, využívajícího pro stanovení vlhkosti páry o suchosti 85 až 100 % stavových změn páry s tím, že na výstupu (11) zařízení (10) pro měření vlhkosti výstupním průtokoměrem (12) se měří průtočné množství jednofázového média (17).

