



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

195 982

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³ G 01 N 5/00

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 11 07 77

(21) (PV 4603 - 77)

(40) Zveřejněno 29 06 77

(45) Vydáno 01 1 82

(75)
Autor vynálezu

KOZLER JOSEF ing.,
ČÍPA JIŘÍ,
HRUBANT LADISLAV ing.,
KOZÁK KAREL,
ROSKOVEC PAVEL ing.,

ÚSTÍ NAD LABEM
PRAHA
SENOHRABY
PRAHA

(54)

Snímač pro spojitě měření hmotnosti

1

Vynález se týká snímače pro spojitě měření hmotnosti. Jde o tenzometrický snímač nízkých hmotností pro jmenovité rozsahy řádově do desetin až desítek gramů.

Pro kontinuální měření a registraci hmotnostních změn při citlivosti $\pm 0,01$ mg je znám přístroj pracující na principu automatické kompenzace s otočnou cívkou v magnetickém poli o vysoké frekvenci. Tento typ přístroje je náročný na obsluhu; vlastní měřicí zařízení je poměrně složité a nákladné.

Kontinuální měření lze realizovat i se snímači, které jako mechanicko-elektrický převodník využívají polovodičové odporové tenzometry. Tyto snímače jsou však běžně zatíženy systematickými teplotními chybami a to systematickou teplotní chybou citlivostí $0,1\%$ $^{\circ}\text{C}$ až $0,005\%$ $^{\circ}\text{C}$ a teplotní změnou nulové hodnoty, která dosahuje stejných hodnot, ačkoliv polovodičové tenzometry mohou indikovat změny relativní deformace řádu 10^{-3} až 10^{-10} .

Tenzometrická lepidla umožňují při relativní deformaci tenzometru $3 \cdot 10^{-4}$ dosáhnout chybu způsobenou prokluzem menší než $0,01\%$ jmenovitého rozsahu při 30°C za dobu řádově stovku hodin, přičemž závislost změny prokluzu s časem v závislosti na typu použitého lepidla po 50 až 150 hodinách dosahuje asymptoty.

Dalším faktorem omezujícím přesnost tenzometrických snímačů je dlouhodobá rozměrová stabilita materiálu použitého pro výrobu měrného členu. Experimentální měření ukazují,

195 882

že lze v současné době dosáhnout u snímačů s křemíkovými tenzometry dlouhodobou stabilitu lepší než 0,003 % jmenovitého rozsahu. To odpovídá rozměrově stabilitě řádu 10^{-9} .

Při laboratorních měřeních kolísá v místnostech teplota běžně v rozmezí ± 1 °C; tím se chybě snímače působené prokluzem lepidla přičítají ještě systematické teplotní chyby, které i u dobře kompenzovaných snímačů činí minimálně 0,01 % °C. Kolísáním teploty v místnosti o ± 1 °C pak teplotní chyby nabývají hodnot od $\pm 0,01$ do $\pm 0,2$ %.

Pro účely měření velmi malých hmotností se jeví výhodnějším snímač podle vynálezu. Předmětem vynálezu je snímač pro spojitě měření hmotností s křemíkovými odporovými tenzometry, vyznačený tím, že sestává z kovového duplikovaného pláště temperovaného na konstantní teplotu s přesností nejméně $\pm 0,2$ °C, ve kterém je jednostranně vetknut nosník pro namáhání ohybem a nalepenými křemíkovými tenzometry v můstkovém nebo půlmůstkovém zapojení, jejichž relativní deformace při jmenovitém zatížení snímače nepřesáhne $3,5 \cdot 10^{-4}$, přičemž volný konec nosníku je uzpůsoben pro upevnění váženého předmětu, umístěného s výhodou mimo prostor duplikovaného pláště.

Podstata vynálezu spočívá zejména v dokonalé temperaci měrného členu s polovodičovými tenzometry. Ve srovnání s induktivními snímači mají tenzometrické snímače přednost v jednodušší konstrukci, snazší realizovatelnosti, nižších pořizovacích nákladech, vyšší přesnosti, jednodušším napájecím zdroji, vyšší životnosti. U snímačů pro malé hmotnostní změny pak jsou tenzometrické snímače podstatně odolnější proti mechanickému poškození i proti působení agresivních prostředí. Temperaci tenzometrického snímače se řádově sníží teplotní chyba, čímž se násobně zvýší jeho přesnost.

Snímač podle vynálezu pracuje na principu registrace změn napětí vycházejících z Wheastonova můstku, do kterého jsou zapojeny 4 tenzometry. Napětí se mění při konstantním proudu změnou odporů tenzometrů při změnách jejich deformačního namáhání. Se stoupající hodnotou proudu, který se přivádí do Wheastonova můstku stoupá lineárně citlivost tenzometrického snímače.

Na tenký kovový nosník, který je citlivý na malé deformační změny, jsou z obou stran nalepeny dvě dvojice tenzometrů. Tento nosník s tenzometry je umístěn v masivním kovovém pouzdře s duplikovaným pláštěm. Prostor kolem nosníku musí být velmi dobře temperován, s výhodou až na $\pm 0,05$ °C, protože křemíkové tenzometry jsou citlivé na změnu teploty. Tenzometry se průchodem proudu značně zahřívají a jelikož se se změnou teploty mění jejich odpor, je nutno teplo bezesbýtku a okamžitě odvádět. Bez dokonalé temperace není možno tenzometrů pro registraci silových změn v oblasti řádově 10^{-7} až 10^{-3} N vůbec použít. Nosník je svým jedním koncem upevněn uvnitř kovového duplikovaného pláště. Na druhý konec nosníku je s výhodou upevněno profilované rameno pro připevnění, resp. zavěšení váženého předmětu. Vzhledem k vysokým nárokům na temperaci se jeví výhodným udržovat teplotu v prostoru kolem váženého předmětu a uvnitř duplikovaného pláště stejnou.

Na přiloženém výkresu je znázorněno jedno z možných provedení snímače podle vynálezu, které je dále popsáno spolu s objasněním jeho funkce.

Uvnitř nádoby 1 z hliníkové slitiny je nosník 2 houštky 0,1 mm z vytvrditelné nerezavějící oceli 17 351. Na nosníku 2 jsou zespodu a svrchu přitmeleny vždy dva a dva křemíkové tenzometry 3 o délce 10 mm, šířce 0,3 mm a tloušťce 0,01 mm s odporem 300 ohmů $\pm 10\%$ každého tenzometru 3. Všechny čtyři tenzometry 3 jsou vodivě zapojeny do Wheastonova můstku napájeného z 6 V akumulátoru 4 konstantním proudem 2 mA. Nosič 2 je volným koncem spojen s ramenem 5 zhotoveným z hliníkového plechu tloušťky 0,4 mm. Na ramenu 5 je pomocí zlatého drátku 6 průměru 0,08 mm uchycen vážený předmět 7. Nosič 2 s tenzometry 3 a s ramenem 5 je svým druhým koncem pevně uchycen na kovové desce 8 upevněné v nádobě 1. Nádoba 1 s tloušťkou stěn 27 mm je s vůlí 0,05 mm překryta nerezovým duplikovaným pláštěm 9, který je temperován běžným vodním termostatem 10. Nádoba 1 má ve svém dnu otvor, kterým prochází závěs ze zlatého drátku 6. Signál z tenzometrů 3, zapojených do Wheastonova můstku je vyveden na elektronkový kompenzační zapisovač 11.

Při změně zatížení zlatého drátku 6 se mění deformace nosníku 2 s tenzometry 3, čímž se mění odpor tenzometrů 3. Při konstantní hodnotě proudu se podle Ohmova zákona mění napětí, které se vyvádí na zapisovač 11. Tak se získá kontinuální grafický záznam změn hmotnosti. Aby vyhovoval měrný rozsah zapisovače 11, je nutno konstantní zátěž, tj. nádobku, ve které je umístěn vážený předmět 7, tzv. táru, před započatím měření vyrovnat odpory, připojovanými paralelně k tenzometrům 3.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Snímač pro spojitě měření hmotnosti s křemíkovými odporovými tenzometry, vyznačený tím, že sestává z kovového duplikovaného pláště (9) temperovaného na konstantní teplotu s přesností nejméně $\pm 0,2^\circ\text{C}$, ve kterém je jednostranně vetknut nosník (2) pro namáhání ohybem s nalepenými křemíkovými tenzometry (3) v můstkovém nebo půlmůstkovém zapojení, jejichž relativní deformace při jmenovitém zatížení snímače nepřesáhne $3,5 \cdot 10^{-4}$, přičemž volný konec nosníku (2) je uzpůsoben pro upevnění váženého předmětu (7), např. umístěného mimo prostor duplikovaného pláště (9).

