

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

233401

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

G 01 P 15/02

(22) Přihlášeno 03 10 80

(21) (PV 6668-80)

(40) Zveřejněno 17 07 84

(45) Vydáno 15 08 86

(75)

Autor vynálezu

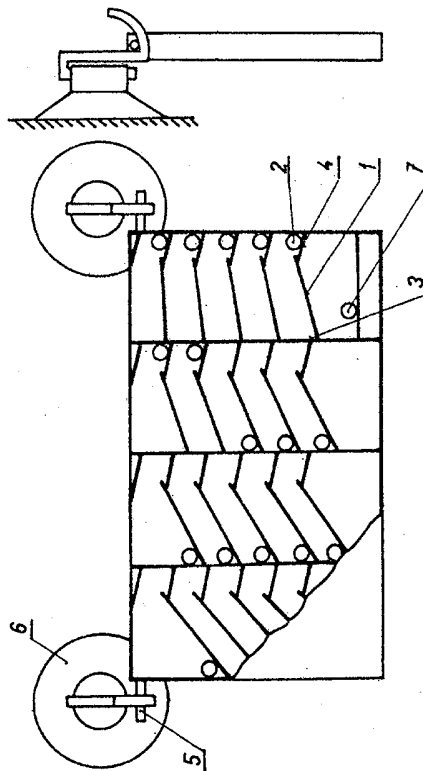
GAJDA MILAN ing., PRAHA

(54) Kuličkový měřič zrychlení

Vynález se týká funkčně jednoduchého a výrobně nenáročného měřiče zrychlení.

Předmětný měřič je založen na principu pohybu kuliček vlivem měřeného zrychlení po nakloněných rovinách s rozdílnými sklony, přičemž indikace hodnoty měřeného zrychlení je provedena zapadnutím kuliček do jamek na příslušných nakloněných rovinách.

Vynálezu je možno využívat např. pro stanovování kluzkosti povrchu silnic nebo vzletových a přistávacích drah na letištích tím, že se změří zpomalení brzděného automobilu při jeho smyku po měřeném povrchu. Vynálezu je možno využít i pro kontrolu technického stavu brzd a výkonu motoru automobilu tím, že se změří jeho zpomalení při brzdění nebo zrychlení při rozjíždění. Mimo jiné je možno měřiče využít jako pomůcky pro nácvik správné techniky jízdy v autoškolách nebo pro svoji výrobní jednoduchost a nenáročnost jako propagačního předmětu.



Vynález se týká kuličkového měřiče zrychlení založeného na principu pohybu tělesa po nakloněné rovině.

Dosud známé mechanické měřiče zrychlení jsou založeny na principu měření deformace pružiny, na kterou působí síla vyvolaná setrvačností hmoty.

Takto sestrojený měřič si vyžaduje v zásadě konstrukčně vyřešit odstranění vlivu tření v mechanismu měřiče, tlumení vlastních kmitů mechanismu měřiče, protože příslušná rovnice pohybu mechanismu je diferenciální druhého řádu a sestrojení mechanického převodu pro převod velikosti deformace pružiny na výchylku ručičky měřiče. Tyto požadavky kladou náročnost na mechanickou konstrukci, a tím i na výrobní náročnost a cenu takto vyrobeného měřiče.

Výše uvedené nevýhody odstraňuje měřič zrychlení podle vynálezu, který využívá k měření zrychlení zákonitosti pohybu tělesa (kuličky) po nakloněné rovině.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že sestává z dílčích nakloněných rovin o rozdílném sklonu, přičemž na každé této rovině je položena kulička, která má svoji volnost pohybu po nakloněné rovině vymezenou spodním dorazem a horní jamkou.

Kulička na nakloněné rovině se dá do pohybu vzhůru, platí-li:

$$\frac{a}{g} > \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

kde je:

- a - zrychlení působící vodorovně a kladně orientované směrem stoupání nakloněné roviny,
- g - tíhové zrychlení,
- α - úhel sklonu nakloněné roviny

Předmětný měřič zrychlení je složen z daného počtu dílčích nakloněných rovin majících různé úhly sklonu. Na každé dílčí nakloněné rovině je položena jedna kulička. Volnost pohybu kuličky po nakloněné rovině je vymezena spodním dorazem a horní jamkou, které jsou na každé dílčí nakloněné rovině. Před počátkem měření jsou všechny kuličky na spodních dorazech. Při působení měřeného vodorovného zrychlení se některé kuličky podle velikosti zrychlení a sklonu nakloněných rovin dají do pohybu a zapadnou do jamek. Po ukončení měření vyhodnocením obsazených a neobsazených jamek je dán interval hodnot, v kterých leží hodnota měřeného konstantního zrychlení a:

$$\left(1 - \frac{1 - \sqrt{1 + \frac{g \cdot l_j}{g \cdot T^2 \cdot \sin \alpha_j}}}{2} \right) g \cdot \operatorname{tg} \alpha_j < a < g \cdot \operatorname{tg} \alpha_{j+1} \left(1 - \frac{1 - \sqrt{1 + \frac{g \cdot l_{j+1}}{g \cdot T^2 \cdot \sin \alpha_{j+1}}}}{2} \right) \quad (2)$$

kde je:

- g - tíhové zrychlení,
- l_j - vzdálenost mezi dorazem a jamkou nakloněné roviny o největším sklonu s obsazenou jamkou,
- l_{j+1} - vzdálenost mezi dorazem a jamkou nakl. roviny o nejmenším sklonu s neobsazenou jamkou,
- T - čas působení měřeného zrychlení,
- a - měřené konstantní zrychlení,
- α_j - úhel sklonu nakloněné roviny o největším sklonu s obsazenou jamkou,
- α_{j+1} - úhel sklonu nakloněné roviny o nejmenším sklonu s neobsazenou jamkou.

Pro popis vlivu otřesů a změn náklonu vlastního měřiče na metodu měření vyjděme z rovnice popisující zrychlení pohybu kuličky po nakloněné rovině:

$$b(t) = (\bar{a} + \Delta a(t)) \cdot \cos(\bar{\alpha} + \Delta \alpha(t)) - (g + \Delta g(t)) \cdot \sin(\bar{\alpha} + \Delta \alpha(t)) \quad (3)$$

kde je:

- $b(t)$ - časový průběh zrychlení pohybu kuličky po nakloněné rovině,
- $\bar{a}$ - střední hodnota měřeného zrychlení,
- $\Delta a(t)$ - okamžitá odchylka měřeného zrychlení od $\bar{a}$,
- $\bar{\alpha}$ - střední hodnota úhlu sklonu nakl. roviny,
- $\Delta \alpha(t)$ - okamžitá odchylka úhlu sklonu nakl. roviny od $\bar{\alpha}$,
- g - tíhové zrychlení,
- $\Delta g(t)$ - zrychlení pohybu vlastního měřiče ve svislém směru vlivem jeho otřesů.

Úpravou a dvojitou integrací rovnice (3) a použitím přibližných vzorců platících pro malé hodnoty x :

$$\cos x \approx 1 - \frac{1}{2} x^2; \quad \sin x \approx x \quad (4)$$

získáme rovnici pro dráhu pohybu kuličky po nakloněné rovině:

$$s(t) = \iint b(t) dt \cdot dt = \frac{(\bar{a} \cos \bar{\alpha} - g \sin \bar{\alpha}) t^2}{2} + \Delta s(t); \quad (5)$$

kde:

$$\Delta s(t) = \iint \left(\bar{a} \left(-\frac{1}{2} \Delta \alpha^2 \cos \bar{\alpha} - \Delta \alpha \sin \bar{\alpha} \right) + \Delta a \left(\cos \bar{\alpha} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \Delta \alpha^2 \right) - \Delta \alpha \sin \bar{\alpha} \right) - g \left(-\frac{1}{2} \Delta \alpha^2 \sin \bar{\alpha} + \Delta \alpha \cos \bar{\alpha} \right) + \Delta g \left(\sin \bar{\alpha} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \Delta \alpha^2 \right) + \Delta \alpha \cos \bar{\alpha} \right) \right) dt \cdot dt.$$

Funkce $\Delta s(t)$ vyjadřuje složku dráhy kuličky, kterou způsobují otřesy měřiče a odchylky měřeného zrychlení od svojí střední hodnoty. Protože měření probíhá v konečném časovém intervalu o délce trvání T , bude funkce $\Delta s(t)$ nabývat konečných hodnot v průběhu měření. Označme maximální hodnotu funkce $\Delta s(t)$ stanovené pro nakloněnou rovinu se sklonem α_1 odpovídající době měření T symbolem:

$$t \in (0, T) \Delta s(t, \alpha_1) = S_1^{\max}(T) \quad (6)$$

a minimum této funkce:

$$t \in (0, T) \Delta s(t, \alpha_1) = S_1^{\min}(T). \quad (7)$$

Potom z předchozí úvahy vyplývá podmínka pro konstrukční návrh délky l_1' nakloněné roviny se sklonem α_1 :

$$l_1' > S_1^{\max}(T) - S_1^{\min}(T), \quad (8)$$

kteřá zajišťuje, že kulička nezapadne do jamky samotným vlivem odchylek $g, \Delta a, \Delta \alpha$, při měření trvajícím dobu T . Dráhu $s(t)$ z hlediska zapadnutí kuličky do jamky si můžeme představit i tak, že kulička se pohybuje pouze drahou:

$$s'(t) = \frac{(\bar{a} \cos \bar{\alpha} - g \sin \bar{\alpha}) t^2}{2} \quad (9)$$

a jamka se pohybuje po nakloněné rovině drahou $\Delta s(t)$, to je, že $\Delta s(t)$ mění vzdálenost mezi dorazem a jamkou.

Na podkladě této úvahy dosazením za:

$$l_j = l'_j + s_j^{\min} ; \quad l_{j+1} = l'_{j+1} + s_{j+1}^{\max} \quad (10)$$

kde l'_j, l'_{j+1} jsou vzdálenosti mezi jamkami a dorazy, do rovnice (2) získáme obecný vztah pro interval hodnot, v kterých leží střední hodnoty měřeného zrychlení, který platí za podmínky (8).

Z tohoto vztahu vyplývá, že přesnost měření za předpokladu dostatečně dlouhého času měření téměř nezávisí na otřesech měřiče, ale závisí hlavní měrou na volbě úhlů α_j, α_{j+1} a dále, že indikovaná hodnota odpovídá střední hodnotě měřeného zrychlení v časovém intervalu T .

Předností měřiče zrychlení podle vynálezu je jeho konstrukční jednoduchost. Měřič neobsahuje žádné složitější mechanické díly, jeho výroba je jednoduchá. Avšak i při této jednoduchosti lze vhodnou volbou délek a počtu dílčích nakloněných rovin dosáhnout vhodné přesnosti a odolnosti měřiče vůči mechanickým otřesům. Měřičem je možno měřit střední hodnotu nebo špičkovou hodnotu měřeného zrychlení podle toho, pro jakou dobu T bude konstrukčně navržen. Další výhodou je to, že naměřená hodnota zůstává na měřiči zaregistrována formou obsazení jamek, měřič pak nevyžaduje průběžnou obaluhu při měření. Nevýhodou je však to, že měřená hodnota není přímo číselně indikována a rozměry měřiče závisí na podmínkách, v kterých má být použit a proto bude měřič vždy sestrojen pro jednoúčelové využívání.

Na připojeném výkrese je znázorněn kuličkový měřič zrychlení podle vynálezu. Měřič zrychlení je možno provést například v podobě ploché krabíčky vylisované z průhledného materiálu, v jejímž vnitřním prostoru jsou přepážky, které vytvářejí nakloněné roviny 1 včetně dorazů 3 a jamek 4 a dále které takto vzniklé nakloněné roviny oddělují. Měřič zrychlení se vodorovně zavěšuje za dva vyčnívající trny 2 z bočních stěn krabíčky na dva přísavné háčky 6, které jsou přisáté na objekt, jehož zrychlení měříme.

Přetočením měřiče o úhel větší než 90° kolem osy jeho zavěšení a vrácením zpět se kuličky 2 přemístí do výchozí polohy k měření. Pro nastavené vodorovné polohy měřiče je doplněn kuličkou 7, plnící funkci vodováhy. Vyhodnocením stavu kuliček po ukončení měření se podle vzorce (2) stanoví měřené zrychlení.

S ohledem na jednoduchost měření lze například využití zrychlováku předpokládat při orientačním měření:

- 1) Měření účinnosti brzdového systému automobilu, změření jeho zpomalení při brzdění vozu.
- 2) Měření výkonu motoru vozidla na základě vztahu:

$$P = a \cdot v \cdot m$$

kde je:

- P - okamžitý výkon motoru,
- a - okamžité zrychlení vozu,
- v - okamžitá rychlost,
- m - hmotnost vozu.

Měření lze provádět za předpokladu, že výkon motoru se převážnou měrou podílí na zrychlení vozu (jízda na první nebo druhý rychlostní stupeň).

3) Měření jakosti povrchu vozovky nebo vzletové přistávací dráhy z hlediska kluzkosti povrchu na základě vztahu:

$$f' = \frac{a'}{g};$$

$$f'' = \frac{a''}{g},$$

kde je:

f' - koeficient přílnavosti kol vozu k povrchu,

f'' - koeficient tření ve smyku mezi povrchem a koly vozu,

a' - změřené zbrzdění (zpomalení vozu) v okamžiku, kdy nastává "odtržení" kol od povrchu a vůz se dostává do smyku (v tomto okamžiku je hodnota a' maximální),

a'' - je změřené zbrzdění (zpomalení vozu) při jeho smyku.

Při této aplikaci musí být však kompenzován vliv náklonu vozidla při brzdění nebo rozjíždění zvětšením úhlu sklonu dílčích nakloněných rovin a příslušnou korekci, obdobně pak musí být provedena i korekce pro případné stoupání nebo klesání vozovky.

Ze změřených údajů a' , a'' nebo f' , f'' lze předpokládat celkovou brzdnou dráhu vozu, orientačně objektivně hodnotit kluzkost povrchu, jakost pneumatik nebo vhodnost jejich vzorků. Ze změřených hodnot a' nebo a'' a celkové brzdné dráhy lze stanovit počáteční rychlost vozu před brzděním. Použití vynálezu nevyžaduje zvláštní technické vybavení a uvedená měření si může provádět sám řidič vozu, čímž získá pohotově přehled o technickém stavu svého vozidla a povrchu vozovky. Průběžné měření zrychlení a zbrzdění vozu při jízdě může sloužit ke kontrole a nácviku správné techniky jízdy (využití v autoškolách).

Uvedená měření se mohou provádět také profesionálně v organizacích jako jsou dopravní podniky nebo aerolinie. Obdobné využití lze předpokládat například též při šetření dopravních nehod.

Široké uplatnění vynálezu přispěje k bezpečnosti a hospodárnosti silničního a leteckého provozu. S přihlédnutím k tomu, že měřič zrychlení může mít malé rozměry a je velmi levný a dále má charakter "hračky s praktickým použitím" dal by se využít i jako propagační předmět čs. průmyslu a obchodních organizací.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Kuličkový měřič zrychlení, určený pro měření hodnoty vodorovně působícího zrychlení, založený na principu pohybu tělesa po nakloněné rovině, vyznačený tím, že sestává z dílčích nakloněných rovin (1) o rozdílném sklonu, přičemž na každé této rovině (1) je položena kulička (2), která má svoji volnost pohybu po nakloněné rovině (1) vymezenou spodním dorazem (3) a horní jamkou (4).

1 výkres

233401

