



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

226563

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavná priorita
(22) Prihlásené 01 04 80
(21) (PV 2251-80)

(51) Int. Cl.

G 01 M 1/08
G 01 M 1/12

(40) Zverejnené 26 08 83
(45) Vydané 15 11 85

(75)
Autor vynálezu

ŠARABOK DUŠAN ing., SENICA NAD MYJAVOU

(54)

Spôsob merania momentu statickej nevyváženosti a zariadenie k jeho prevádzaniu

Vynález sa týka spôsobu merania momentu statickej nevyváženosti rotačných telies a zariadenie k jeho prevádzaniu.

Z doteraz používaných metód merania nevyváženosti sú najznámejšie metódy dynamické, t. j. tie, ktoré merajú moment nevyváženosti pri otáčaní daného predmetu okolo osi, voči ktorej treba moment nevyváženosti zmerať. Zariadenia, používané u tohto spôsobu merania sú poväčšine drahé, zložité a náročné na obsluhu.

Zo statického merania momentu nevyváženosti sú známe zariadenia, do ktorých sa meraný predmet vkladá v zvislej polohe, t. j. os predmetu, voči ktorej sa meranie robí, ďalej len "os rotácie", je kolmá na vodorovnú rovinu. Výhoda týchto zariadení je v tom, že možno okamžite určiť smer, resp. miesto max. nevyváženosti, t. j. smer polohy ťažiska osi rotácie daného predmetu. Hodnotu momentu nevyváženosti, prípadne presnú polohu ťažiska je možné určiť pri vlastnom meraní. Nevýhoda tohto spôsobu je v tom, že os rotácie meraného predmetu musí byť kolmá na čelnú plochu, na ktorej leží. Odchýlky v kolmosti vnášajú do merania nepresnosť. Ďalšou nevýhodou je skutočnosť, že sa veľmi obtiažne merá moment nevyváženosti na predmetoch, ktorých dĺžka je niekoľkonásobne väčšia ako vonkajší priemer. Meranie je veľmi obtiažne tiež v prípade, keď sa nevie, v akej výške je ťažisko predmetu, t. j. vzdialenosť ťažiska od čelnej plochy, na ktorej predmet leží. To sa vyskytuje najmä u predmetov s vnútornou dutinou, napr. u delostreleckých granátov.

Zo spôsobov a metód merania statickej nevyváženosti, používaných bežne v praxi je najznámejšia metóda "odvažovania". Meraný rotačný predmet sa položí na vedenie, usadené do vodorovnej polohy. Ťažšia strana meraného predmetu preváži ľahšiu stranu, predmet sa kotúľa. Na ľahšiu stranu sa prikladajú závažia, napr. magnety, pokým predmet nie je vyvá-

žený. Presnosť tejto metódy je malá a je závislá na kvalite koľajničiek a kvalite plošky predmetu, ktorá sa dotýka koľajničiek, t. j. na valivom trení medzi predmetom a koľajničkami.

Spomínané nevýhody odstraňuje spôsob a zariadenie, ktoré spolu tvoria predmet prihlášky vynálezu.

Vynález rieši meranie momentu statickej nevyváženosti na výkyvnom meracom zariadení nakreslenom na obr. 1. Os rotácie meraného predmetu je pritom vo vodorovnej polohe. Zariadenie je veľmi citlivé, presnosť merania je vysoká. Uloženie predmetu do zariadenia sa dá v praxi väčšinou veľmi ľahko docieľiť.

Zariadenie pozostáva z úložnej časti 1, tvorenej dvomi plochami zvierajúcimi uhol 80° až 100° , pevne spojenými na čelách výkyvnými ramenami, opatrenými dvomi hrotmi 2, dosahujúcimi na podpory 3 a výchylkomeru 5, pevne spojeného s výkyvnými ramenami (obr. 1).

Meraný predmet sa vkladá do úložnej časti "na ležato", jeho os rotácie je rovnobežná s pozdĺžnou osou úložnej časti. Po ustálení výkyvu sa odčíta uhol výkyvu α_1 (oproti ukazovák 5). Meraný predmet sa pootočí okolo svojej osi rotácie o 90° . Po ustálení výkyvu sa odčíta uhol výkyvu α_2 . Z nameraných hodnôt uhlov α_1 a α_2 sa vypočíta uhol pootočenia γ :

$$\gamma = \beta + \alpha_1 \quad (1)$$

pričom

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1 \cdot \cos (\alpha_1 - \alpha_2)} - \operatorname{tg} (\alpha_1 - \alpha_2) \quad (2)$$

Uhol γ je taký uhol, o ktorý treba pootočiť meraný predmet voči svojej osi rotácie, aby sa dostalo ťažisko predmetu T_p do vodorovnej polohy voči osi rotácie. Uhol γ treba merať voči polohe, pri ktorej sa meral uhol α_1 .

Ďalej možno z hodnôt uhlov α_1 a α_2 vypočítať veľkosť momentu nevyváženosti podľa vzťahu:

$$M = (G_z \cdot r_z + G_p \cdot r_s) \cdot \sin \alpha_1 \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1 \cdot \cos (\alpha_1 - \alpha_2)} - \operatorname{tg} (\alpha_1 - \alpha_2) \right]^2} \quad (3)$$

G_z hmotnosť výkyvných častí zariadenia,

r_z vzdialenosť vodorovnej osi prechádzajúcej ťažiskom výkyvných častí zariadenia od osi prechádzajúcej hrotmi 2,

G_p hmotnosť meraného telesa,

r_s vzdialenosť geometrickej osi rotácie meraného telesa od vodorovnej osi prechádzajúcej hrotmi 2,

r_p vzdialenosť ťažiska predmetu od zvislej osi vedenej hrotmi 2.

Odvodnenie vzťahu ② podľa obrázka 2:

Ak položíme meraný predmet na zariadenie v ľubovoľnej polohe, vychýli sa celá sústava napr. o uhol α_1 . Po pootočení meraného telesa sa sústava vychýli o uhol α_2 .

Rovnice rovnováhy sústavy sú:

$$G_p \cdot r_{p1} - G_z \cdot r_{z1} = 0$$

$$G_p \cdot r_{p2} - G_z \cdot r_{z2} = 0$$

Z toho vyplýva, že

$$r_{p1} = \frac{G_z \cdot r_{z1}}{G_p}$$

$$r_{p2} = \frac{G_z \cdot r_{z2}}{G_p}$$

Z obrázka 2 ďalej vyplýva, že

$$\sin \alpha_1 = \frac{r_{z1}}{r_z} \Rightarrow r_{z1} = r_z \cdot \sin \alpha_1$$

a podobne

$$r_{z2} = r_z \cdot \sin \alpha_2$$

Ďalej z obrázka vyplýva, že

$$\sin \alpha_1 = \frac{r_{s1}}{r_s} \Rightarrow r_{s1} = r_s \cdot \sin \alpha_1$$

a podobne

$$r_{s2} = r_s \cdot \sin \alpha_2$$

Pre neznámy uhol β platí

$$\cos \beta = \frac{r_{p1} + r_{s1}}{p} \Rightarrow p = \frac{r_{p1} + r_{s1}}{\cos \beta}$$

$$\sin (\beta + \delta) = \frac{r_{p2} + r_{s2}}{p}$$

$$\delta = \alpha_1 - \alpha_2$$

do druhej rovnice sa dosadí za p prvá rovnica

$$\sin(\beta + \delta) = \frac{r_{p2} + r_{s2}}{\frac{r_{p1} + r_{s1}}{\cos \beta}}$$

$$\sin(\beta + \delta) = \frac{r_{p2} + r_{s2}}{r_{p1} + r_{s1}} \cdot \cos \beta$$

Ľavá i pravá strana rovnice sa vydolí $\cos \beta$

$$\frac{\sin(\beta + \delta)}{\cos \beta} = \frac{r_{p2} + r_{s2}}{r_{p1} + r_{s1}}$$

rozložením $\sin(\beta + \delta)$ sa dostane

$$\frac{\sin \beta \cdot \cos \delta + \cos \beta \cdot \sin \delta}{\cos \beta} = \frac{r_{p2} + r_{s2}}{r_{p1} + r_{s1}}$$

Ľavá strana rovnice sa upraví

$$\operatorname{tg} \beta \cdot \cos \delta + \sin \delta = \frac{r_{p2} + r_{s2}}{r_{p1} + r_{s1}}$$

po úprave

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{r_{p2} + r_{s2}}{\cos \delta \cdot (r_{p1} + r_{s1})} - \operatorname{tg} \delta$$

dosadením za r_{p1} , r_{p2} , r_{s1} , r_{s2} , r_{z1} a r_{z2} sa dostane

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\frac{G_z \cdot r_z \cdot \sin \alpha_2}{G_p} + r_s \cdot \sin \alpha_2}{\cos \delta \cdot \left(\frac{G_z \cdot r_s \cdot \sin \alpha_1}{G_p} + r_s \cdot \sin \alpha_1 \right)} - \operatorname{tg} \delta$$

úpravou rovnice sa dostane

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{(G_z \cdot r_z + G_p \cdot r_s) \cdot \sin \alpha_2}{(G_z \cdot r_z + G_p \cdot r_s) \cdot \sin \alpha_1 \cdot \cos \delta} - \operatorname{tg} \delta$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1 \cdot \cos \delta} - \operatorname{tg} \delta$$

Odvodenie vzťahu ③ podľa obrázka 2:

Výsledný moment nevyváženosti sa označí M.

$$M = G_p \cdot p$$

Pre p platí

$$\cos \beta = \frac{r_{p1} + r_{s1}}{p} \Rightarrow p = \frac{r_{p1} + r_{s1}}{\cos \beta}$$

Za p sa dosadí do predchádzajúcej rovnice

$$M = G_p \cdot \frac{r_{p1} + r_{s1}}{\cos \beta}$$

Dosadením za r_{p1} a r_{s1} a úpravou rovnice sa dostane

$$M = \frac{G_z \cdot r_{z1} + G_p \cdot r_s \cdot \sin \alpha_1}{G_p \cdot \cos \beta} \cdot G_p$$

Dosadením za r_{z1} a ďalšou úpravou sa dostane vzťah

$$M = \frac{G_z \cdot r_z + G_p \cdot r_s}{\cos \beta} \cdot \sin \alpha_1$$

Pre $\cos \beta$ vyjadreného pomocou funkcie tangens platí

$$\cos \beta = \frac{1}{\pm \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta}}$$

dosadením za $\operatorname{tg} \beta$ vzťah ② sa dostane

$$\cos \beta = \frac{1}{\pm \sqrt{1 + \left(\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1 \cdot \cos \delta} - \operatorname{tg} \delta \right)^2}}$$

Dosadením tejto rovnice do vzťahu ④ a úpravou sa dostane rovnica

$$M = (G_z \cdot r_z + G_p \cdot r_s) \cdot \sin \alpha_1 \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1 \cdot \cos (\alpha_1 - \alpha_2)} - \operatorname{tg} (\alpha_1 - \alpha_2) \right]^2}$$

Z popisu činnosti zariadenia vyplýva, že u každého meraného predmetu je možné zistiť moment nevyváženosti a jeho miesto, teda je možné ho dodatočne staticky vyvážiť.

Uvedený spôsob a zariadenie na meranie momentu nevyváženosti možno využiť v rôznych oblastiach priemyslu, napr. pri výrobe brúsnych kotúčov, kolies rôznych motorových i nemo-
torových vozidiel, zalomených hriadeľov, rotorov, v zbrojnom priemysle, ale tiež pri výrobe

súčiastok a výrobkov rôzneho nerotačného tvaru. Pre urýchlenie merania je výhodné na niektorí z výkyvných častí zariadenia umiestniť tlmič kmitov vzduchový, elektromagnetický, olejový atď.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

1. Spôsob merania momentu statickej nevyváženosti najmä rotačných telies, vyznačujúce sa tým, že u meraného valcového telesa, uloženého vo vodorovnej polohe, vo výkyvnom meracom zariadení sa najskôr zistí prvý uhol vychýlenia α_1 od nulovej polohy, potom sa merané teleso pootočí o 90° a zistí sa druhý uhol vychýlenia α_2 , pričom platí, že

$$M = (G_z \cdot r_z + G_p \cdot r_s) \cdot \sin \alpha_1 \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1 \cdot \cos (\alpha_1 - \alpha_2)} - \frac{1}{\tan (\alpha_1 - \alpha_2)} \right]^2}$$

kde M je moment statickej nevyváženosti,

G_z hmotnosť výkyvných častí meracieho zariadenia,

r_z vzdialenosť vodorovnej osi prechádzajúcej ťažiskom výkyvných častí meracieho zariadenia od vodorovnej osi prechádzajúcej úložnými hrotmi meracieho zariadenia,

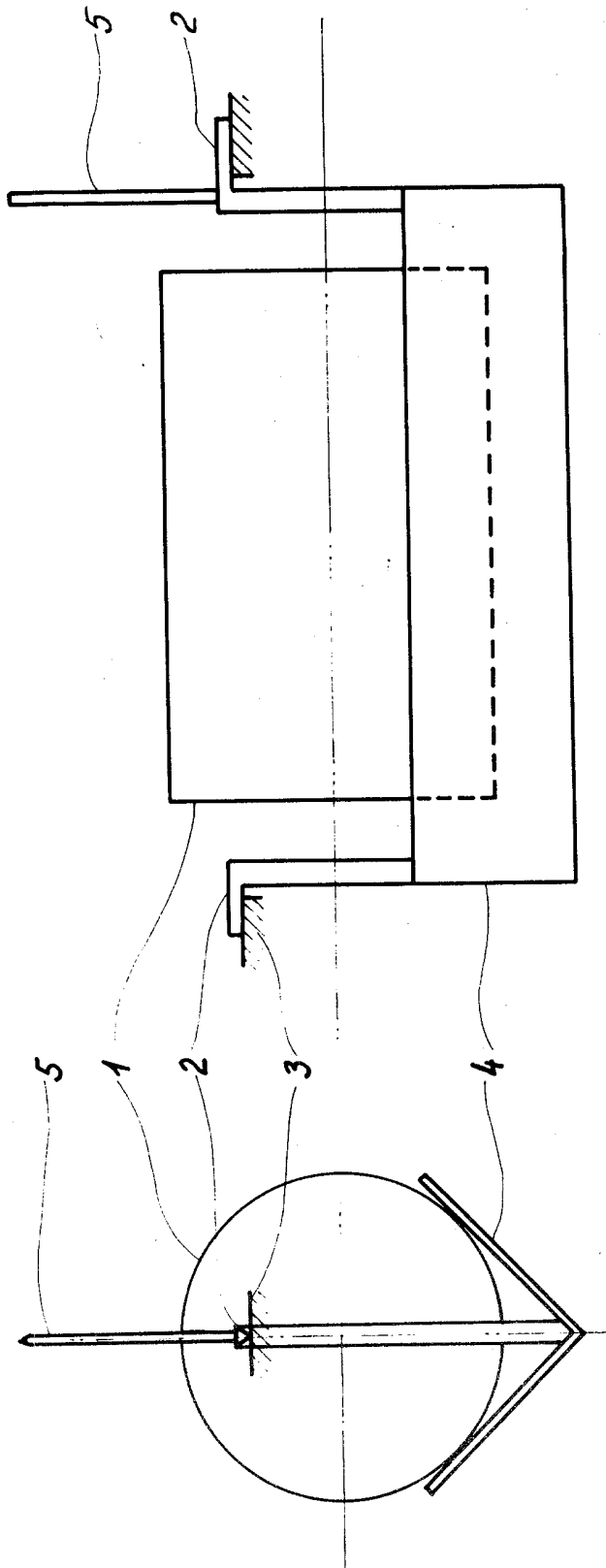
G_p hmotnosť meraného telesa,

r_s vzdialenosť geometrickej osi rotácie meraného telesa od vodorovnej osi prechádzajúcej hrotmi meracieho zariadenia.

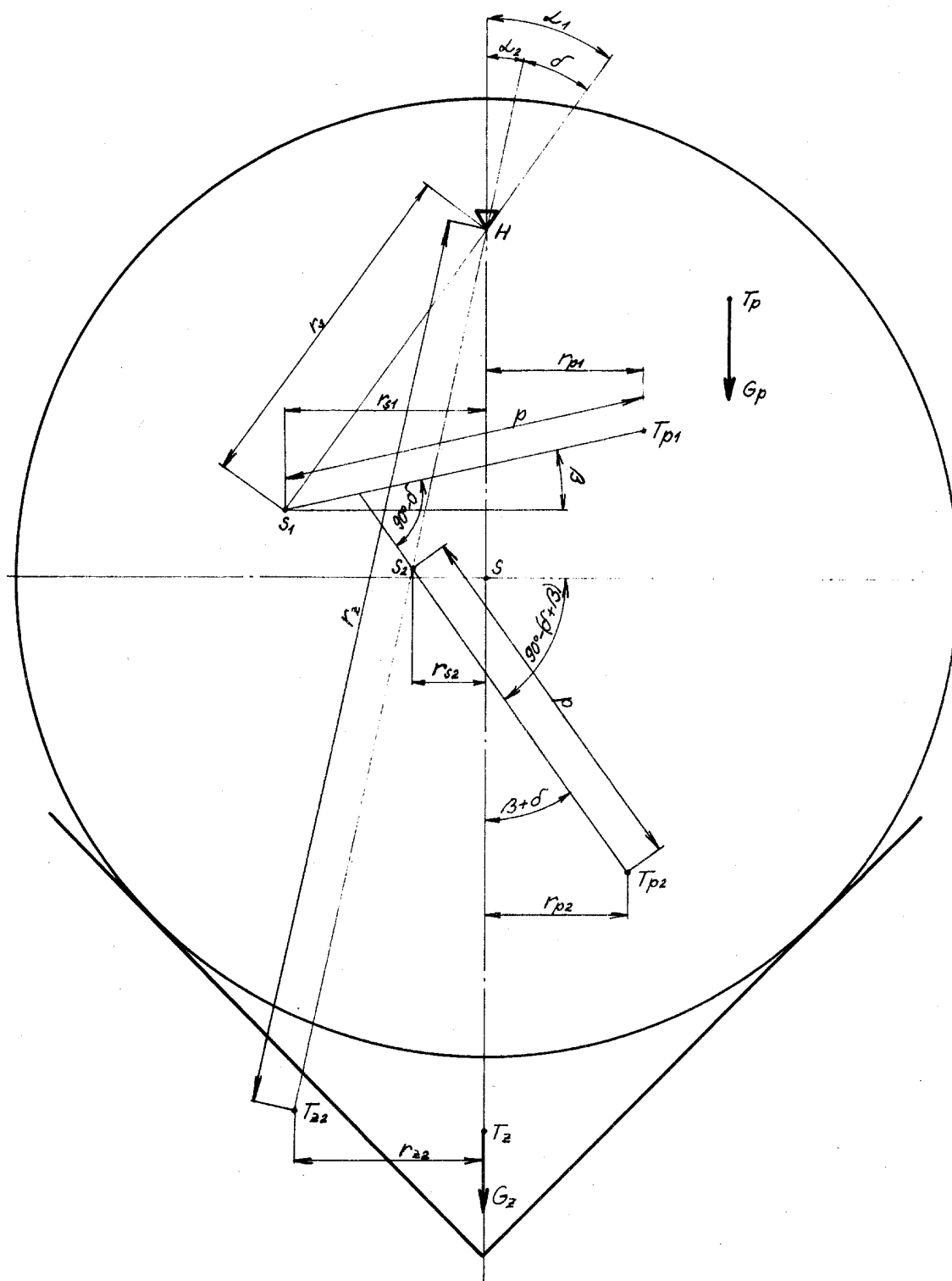
2. Zariadenie k prevádzaniu spôsobu podľa bodu 1, obsahujúce výchylkomer, vyznačujúce sa tým, že pozostáva z úložnej časti (4), tvorenej dvomi plochami zvierajúcimi uhol 80° až 100° , pevne spojenými na čelách s výkyvnými ramenami opatrenými dvoma hrotmi (2), dosadajúcimi na podpery (3).

2 výkresy

226563



Obr. 1



Obr. 2