



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

261035

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
G 01 L 3/00

(22) Přihlášeno 03 07 86
(21) PV 5033-86.Q

(40) zveřejněno 15 06 88

(45) Vydáno 14 04 89

(75)

Autor vynálezu

BUŘIČ ZDENĚK doc. ing. CSC., PRAHA

(54) Způsob určení úhlu zkrutu na rotující části

Způsob umožňuje s vysokou přesností určovat úhel zkrutu rotující části pomocí stejného počtu značek, umístěných na dvou libovolných místech A a B rotující části, mezi nimiž je úhel zkrutu měřen. Nejprve se bez zatížení při dané konstantní rychlosti ω_0 změří časový interval $T_{\omega 0}$ buď jako logický součet impulsu T_{VA} z místa A a impulsu T_{VB} z místa B nebo jako časový odstup těchto impulsů T_{VA} , T_{VB} a současně nebo s malým časovým odstupem se změří při konstantní rychlosti ω_0 časový interval T_{V0} daný buď šířkou impulsu T_{VA} , resp. T_{VB} nebo odstupem dvou po sobě následujících impulsů T_{VA} , resp. T_{VB} . Potom se rotující část zatíží momentem a analogicky, jak byly změřeny časové intervaly $T_{\omega 0}$, T_{V0} bez zatížení, se změří časové intervaly T_{ω} , T_V při zatížení. Úhel zkrutu φ se určí ze vztahu

$$\varphi = \omega_0 \left(\frac{T_{V0}}{T_V} \cdot T_{\omega} - T_{\omega 0} \right).$$

Vynález se týká způsobu určení úhlu zkrutu na rotující části, například na hřídeli, mezi místy libovolně zvolenými, v nichž lze umístit značky, určující polohu hřídele. V případě, že zkrut probíhá v oblasti pružných deformací, může být z měření vyhodnocován i moment.

Pro měření úhlu zkrutu jsou používány například tenozmetrické, optické či indukční snímače, je využíván i tzv. Videmanův efekt. Přenos signálů z rotující části je buď kontaktní přes kroužky nebo bezkontaktní, zprostředkovaný elektromagnetickým polem, přes přijímač a vysílač. Jsou známy též způsoby, které vyhodnocují úhel zkrutu pomocí značek, umístěných na protilehlých koncích zkrucované části resp. hřídele. Úhel zkrutu je zde měřen z fázového posunutí jako střední hodnota napětí impulsu, jehož délka odpovídá fázovému posunutí a který je získáván na klopném obvodu. Jiná možnost je měřit úhel zkrutu z fázového posunutí pomocí speciálního referenčního zdroje, jehož kmitočet je řízen otáčkami a úhel zkrutu je určen počtem impulsů, které propustí hradlo. Jsou známa i podobná měření úhlu zkrutu z fázového posunutí, kdy vyhodnocování je zajišťováno různými fázovými diskriminátory.

Nevýhodou dosud známých způsobů určování úhlu zkrutu rotujících částí je, že ve všech případech jsou kladeny vysoké požadavky na přesnost umístění značek. Těmito požadavky je omezena přesnost měření. V některých speciálních případech lze zabezpečit vysokou přesnost měření úhlu zkrutu pomocí speciálních kotoučů se značkami, avšak pro běžné použití v provozu je tato možnost většinou nerealizovatelná. Výroba takovýchto kotoučů je složitá a drahá a kromě toho jsou tyto vyrobeny vždy pro umístění pouze v určitých místech měření části a mnohdy je požadavek měřit v několika různých místech.

Výše uvedené nevýhody odstraňuje způsob určení úhlu zkrutu na rotující části pomocí stejného počtu značek, umístěných na dvou libovolných místech rotující části, mezi nimiž je úhel zkrutu měřen, podle vynálezu. Jeho podstatou je, že se nejprve bez zatížení při dané konstantní rychlosti ω_0 změří časový interval T_{ω_0} buď jako logický součet impulsu T_{VA} od značky z jednoho místa na rotující části a impulsu T_{VB} od značky z druhého místa na rotující části nebo jako časový odstup těchto impulsů T_{VA} , T_{VB} . Současně nebo s malým časovým odstupem se změří při této dané konstantní rychlosti ω_0 o časový interval T_{V0} daný buď šířkou impulsu T_{VA} resp. T_{VB} na jednom místě rotující části nebo odstupem dvou po sobě následujících impulsů T_{VA} resp. T_{VB} od dvou sousedních značek na jednom místě rotující části. Poté se rotující část zatíží momentem a zcela stejným způsobem, jakým byly stanoveny časové intervaly T_{ω_0} a T_{V0} bez zatížení se změří odpovídající časové intervaly T_{ω} a T_V . Úhel zkrutu se určí ze vztahu

$$\varphi = \omega_0 \left(\frac{T_{V0}}{T_V} T_{\omega} - T_{\omega_0} \right).$$

Pokud dochází ke kmitání rychlosti, měří se časový interval T_V při zatížení na straně, kde jsou změny rychlosti menší.

Výhodou tohoto způsobu je, že se úhel zkrutu vyhodnocuje z časových intervalů, které lze změřit velmi přesně a tím je zajištěna podstatně větší přesnost měření než u známých způsobů. Tím, že měření probíhá nejprve bez zatížení a prakticky při rovnoměrném pohybu a teprve poté při zatížení, jsou odstraněny vysoké požadavky na přesnost umístění značek, což podstatně zjednodušuje technologii jejich výroby a realizaci celého měření. Dává to možnost měřit na hotových strojích při dodatečně připojovaných značkách, pokud jsou měřená místa přístupná, což dosud známé způsoby neumožňují.

Způsob určení úhlu zkrutu spočívá v tom, že ve zvolených místech A, B například pružného hřídele jsou umístěny značky, z nichž se získají impulsy. Otáčí-li se dvě značky v různých místech A a B pružného hřídele, dochází při jeho zkrucování ke změně fáze, ke vzájemnému posouvání značek, které změříme jako časový interval odpovídající logickému součtu dvou překrývajících se impulsů. S rostoucím úhlem zkrutu se mění překrytí. V tomto případě je nutné, aby v rozsahu měřených úhlů nedošlo ke zrušení překrytí impulsů a aby mezera mezi sousedními impulsy umožnila řízení činnosti měřicích obvodů. Tento časový

interval lze určit také změřením časového intervalu mezi impulsy z prvního a druhého místa na zkrucovaném hřídeli. Při větším počtu značek po obvodu je opět nutné zajistit dostatečně velký odstup, aby následným měřením nebylo rušeno měření předchozí. Změřený časový interval je závislý na rychlosti a na úhlu překrytí.

Úhel zkrutu φ je určen v konkrétním případě tak, že se změří nejprve při známé dané konstantní rychlosti ω_0 . Časový interval T_{ω_0} buď jako logický součet dvou impulsů T_{VA} a T_{VB} , jejichž šířka je určena rychlostí ω_0 a které přicházejí ze dvou míst A a B , mezi nimiž je pružná rotující část, jejíž úhel zkrutu se sleduje nebo se tento časový interval T_{ω_0} změří jako interval, jehož začátek je určen impulsem T_{VA} z jednoho místa A a konec impulsem T_{VB} z druhého místa B rotující zkrucované části. Současně nebo s malým odstupem se změří časový interval T_{V_0} , opět při rychlosti ω_0 , který je dán buď šířkou impulsu T_{VA} z jednoho místa A nebo šířkou impulsu T_{VB} z druhého místa B . Tento časový interval T_{V_0} lze též změřit jako odstupovou po sobě následujících impulsů buď T_{VA} z jednoho místa A nebo T_{VB} z druhého místa B . Při zatížení momentem se opakuje analogické měření a to stejným způsobem, jaký byl zvolen při měření časových intervalů T_{ω_0} a T_{V_0} bez zatížení, čímž se získají časové intervaly T_{ω} a T_V . Úhel zkrutu φ je pak určen ze vztahu

$$\varphi = \omega_0 \cdot \frac{T_{V_0}}{T_V} \cdot T_{\omega} - T_{\omega_0} \quad /I/$$

kde T_{V_0} je časový interval impulsu definujícího rychlost, změřený při známé rychlosti ω_0

T_{ω_0} je časový interval impulsu definujícího posun značek v místech A a B , nezatíženého hřídele při známé rychlosti ω_0

T_V je časový interval definující rychlost hřídele při zatížení momentem /v místě A nebo B /

T_{ω} je časový interval, definující zkrut hřídele při zatížení momentem.

Měření může být realizováno v následujících pohybových variantách:

V čase, ve kterém se měří časové intervaly T_V a T_{ω} jsou rychlost i přenášený moment konstantní. V tomto případě, podle vztahu /1/, se určí správné hodnoty úhlu zkrutu φ v měřeném časovém intervalu.

V měřeném časovém intervalu má jedna strana konstantní rychlost a druhá proměnnou. Změří-li se časový interval T_V v místě s konstantní rychlostí, určí se podle vztahu /1/ okamžitá hodnota úhlu zkrutu φ v čase, určeném touto částí impulsu s proměnnou rychlostí, která omezuje časový interval T_{ω} ; je-li na jedné straně měřeného obvodu větší moment setrvačnosti, pak se tomuto předpokladu lze přihlížet.

V měřeném časovém intervalu mají obě strany proměnnou rychlost, obě strany kmitají. Chyba měření je závislá na frekvenci měřených kmitů a na úhlu natočení, v němž se měření realizuje; je vhodné pracovat s užšími impulsy, to znamená s kratšími časovými intervaly.

Ve speciálním případě, když se nastaví časový interval $T_{\omega_0} = 0$, zjednoduší se rovnice /1/ na

$$\varphi = \omega_0 \cdot T_{V_0} \cdot \frac{T_{\omega}}{T_V} \quad /2/$$

Součin $\omega_0 \cdot T_{V_0}$ představuje úhel natočení α stran značky nebo sousedních následných značek. Budou-li úhly α všech následných značek stejné v obou měřených místech A a B na hřídeli, je úhel zkrutu φ určen z rovnice

$$\varphi = \alpha \cdot \frac{T_{\omega}}{T_V} \quad /3/$$

Ve zvláštním případě může být úhle $\alpha = 2\pi$, tzn., že na obvodu je jediná značka; potom

je nutné nastavovat pouze vzájemné polohy značek v obou měřených místech A a B, a to posunutím polohy snímače, aby $T_{\mu_0} = 0$. Potom je úhel zkrutu $\varphi = 2 \varphi' \cdot \frac{T}{T_V}$.

Při větším počtu značek po obvodu hřídele je přesnost měření snížena následkem omezených technických možností přímého nastavení polohy značek. Úhlovému natočení o 1° při otáčkách 1 500 1/min, odpovídá časový interval přibližně 100 ns. Délkový posun na průměru 100 mm, za 1 ns je 8 μ m. Změna polohy je zaznamenávána s vysokou přesností, proto je výhodně měřit relativní změny polohy jednotlivých značek. Při relativních měření není nutné dbát na vysokou přesnost instalovaných značek a proto může být aplikováno i v provozních podmínkách poměrně jednoduchými prostředky.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob určení úhlu zkrutu na rotující části pomocí stejného počtu značek, umístěných na dvou libovolných místech rotující části, mezi nimiž je úhel zkrutu měřen, vyznačující se tím, že nejprve se bez zatížení při dané konstantní rychlosti ω_0 změří časový interval T_{μ_0} buď jako logický součet impulsu T_{VA} od značky z jednoho místa na rotující části a dalšího impulsu T_{VB} od značky z druhého místa na rotující části nebo jako časový odstup těchto impulsů T_{VA} , T_{VB} a současně nebo s časovým odstupem se při této dané konstantní rychlosti ω_0 změří časový interval T_{V0} bez zatížení daný buď šířkou impulsu T_{VA} nebo šířkou dalšího impulsu T_{VB} na jednom nebo druhém místě rotující části nebo odstupem dvou po sobě následujících impulsů T_{VA} , T_{VB} na jednom nebo druhém místě rotující části a poté se rotující část zatíží momentem a stejným způsobem se změří časový interval T_{μ} při zatížení, a to odpovídajícím způsobem jako byl změřen časový interval T_{μ_0} bez zatížení a současně nebo s časovým odstupem se opět analogicky jako byl změřen časový interval T_{V0} bez zatížení, změří časový interval T_V , při zatížení načež úhel zkrutu φ se určí ze vztahu

$$\varphi = \omega_0 \cdot \frac{T_{V0}}{T_V} \cdot T_{\mu} - T_{\mu_0}.$$

2. Způsob podle bodu 1 vyznačující se tím, že se měří časový interval T_V při zatížení na straně, kde jsou změny rychlosti menší.