

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **11.10.2011**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **02.05.2013**
(Věstník č. 18/2013)

(21) Číslo dokumentu:

2011-641

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F16H 25/20 (2006.01)
B65G 19/24 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní,
Výzkumné centrum pro strojírenskou výrobní techniku a
technologie, Praha 2, CZ

(72) Původce:

Holkup Tomáš Ing. Ph.D., Praha 2, CZ

(74) Zástupce:

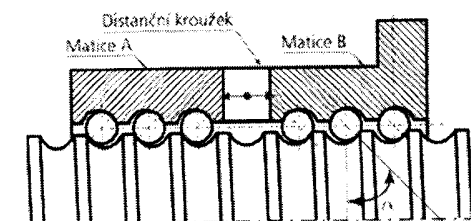
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, Praha 5,
15800

(54) Název přihlášky vynálezu:

Matice kuličkového šroubu pohonu os strojů

(57) Anotace:

Vynález se týká matice kuličkového šroubu pohonu os strojů,
u které je úhel α kontaktu kuliček se šroubem a maticí ve
vzdálenosti X ve směru od roviny symetrie roven $\arctg$ podílu
poloměru R matice ke vzdálenosti $X \pm 8^\circ$.



CZ 2011 - 641 A3

Matice kuličkového šroubu pohonu os strojů.

Oblast techniky

Vynález se týká matice kuličkového šroubu, využívaných zejména k pohonům os obráběcích strojů.

Dosavadní stav techniky

V oblasti včetně obráběcích strojů je často využívána možnost tzv. teplotně symetrické konstrukce - ložiskové sestavy, která zachovává své původní montážní předpětí při různých teplotních polích, jaká mohou v praxi nastat. Snaha o podobné řešení je motivována omezením změn předpětí v důsledku teplotní roztažnosti součástí za provozu. Principem teplotní symetrie je teplotní expanze dílů kolmo na osy kontaktu valivých těles ložisek, obvykle kuličkových ložisek s kosoúhlým stykem – teoreticky bez ovlivnění předpětí ložisek. S uvažováním kombinace osově a radiální roztažnosti je možno, při uvažování homogenních teplotních polí v rámci jednotlivých součástí, považovat za teplotně symetrickou například sestavu na obr. 1.

Pro vzdálenost jejích ložisek pak platí vztah:

$$L = \frac{d_m}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Podobným případem je i předepnutá matice kuličkového šroubu používaného zejména pro pohon pohybových os přesných výrobních strojů. V zásadě se opět jedná o princip kuličkového ložiska s kosoúhlým stykem s doplněnou recirkulací kuliček. Je používáno několik variant uspořádání vzájemně předepjatých závitů. Příklady matic se zřejmou jedinou rovinou symetrie jsou uvedeny na obr.2 a obr. 3.

Příklad matice s více rovinami symetrie je uveden na obr. 4.

Tato klasická uspořádání zajišťují známé a rovnoměrné předpětí valivých těles ve „studeném“ stavu po montáži. Za provozu, vlivem tepla generovaného na kontaktech, dochází k ohřevu zvláště valivých těles a matice, šroub má obecně výhodu své délky při sdílení tepla do

okolí. Tepoty pak obecně způsobují teplotní roztažnost, která se projeví změnou rozměrů a tvaru součástí a výslednou změnou předpětí jednotlivých valivých těles v závislosti na jejich umístění, jejich teplotách a teplotách matice a šroubu. Výsledkem může být přetížení některých závitů a odlehčení jiných.

Stav nerovnoměrného předpětí je obecně nežádoucí, neboť má negativní vliv na tuhost, přesnost i životnost kuličkového šroubu a tím i celé pohybové osy.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny maticí kuličkového šroubu pohonu os strojů, podle tohoto vynálezu. Jeho podstatou je to, že součin úhlu α kontaktu kuliček se šroubem a maticí ve vzdálenosti X ve směru od roviny symetrie je roven $\arctg$ podílu poloměru R matice ke vzdálenosti $X \pm 8^\circ$. Úhel kontaktu kuliček se šroubem a maticí je tak spojitě proměnný nepřímo úměrně vzdálenosti od roviny symetrie matice. Zmíněná symetrie nemusí být dokonalá ve smyslu geometrie či počtu závitů na jednotlivých stranách.

Účelem navrhovaného uspořádání je konstrukce matice, která při různém teplotním poli zachovává své původní rovnoměrně distribuované předpětí, podobně jako u vřetenových ložiskových sestav. Pro matice s rovinou symetrie je tak navrženo konstrukční řešení s proměnným úhlem kontaktu v závislosti na vzdálenosti od roviny symetrie.

Vztah odvozený z logiky používané při návrhu vřeten pak má tvar:

$$\alpha(X) = \arctg\left(\frac{R}{X}\right)$$

Poloměr R ve výše uvedeném vzorci, může být polovina oběžného průměru kuliček, $dm/2$, jak použito v obrázku. Výhodnější však je, při obecně teplejších valivých tělesech a maticí, použití menšího poloměru, například vnitřního kontaktu kuličky závislého na okamžitém úhlu kontaktu.

$$R(X) = \frac{d_m}{2} - \frac{D}{2} \cos \alpha(X)$$

kde D je průměr valivých těles. V takovém případě by byl vztah pro $\alpha(X)$ složitější.

K realizaci podobného konstrukčního uspořádání je v praxi třeba upravit geometrii valivé dráhy v matici a to jak stoupání závitu, které bude obvykle nižší než na šroubu, tak i radiální polohu středu křivosti dráhy v závislosti na souřadnici X - radiální poloha se bude snižovat s X .

Řešení umožňuje rovnoměrnou zátěž jednotlivých závitů při různém teplotním poli za provozu, teoreticky totožné rovnoměrné předpětí jako ve stavu po montáži.

Dalšími výhodami jsou rovnoměrnější opotřebení valivých drah šroubu a zvýšená životnost, nižší pasivní odpory, rozměrová stálost a stabilní tuhost celého konstrukčního uzlu za provozu.

To je výhodné zvláště v případě kuličkových šroubů zajišťujících pohon pohybových os přesných výrobních strojů. Tyto pozitivní efekty navrhovaného řešení jsou nejvýraznější u delších matic, s větší vzdáleností krajních závitů, s rovinou symetrie, viz obr. 2.

Objasnění obrázků na výkresech

Matice kuličkového šroubu pohonu os obráběcích strojů, podle tohoto vynálezu bude podrobněji popsána na konkrétních příkladech provedení s pomocí přiložených výkresů, kde na Obr. 1 je schéma teoreticky teplotně symetrické vřetenové ložiskové sestavy. Na Obr. 2 je dlouhá dvoudílná matice s jedinou rovinou symetrie. Na Obr. 3 je jednodílná matice s jedinou rovinou symetrie. Na Obr. 4 je matice s více rovinami symetrie a na Obr. 5 je znázorněna polovina, tj. jedna symetrická strana, matice s proměnným úhlem kontaktu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příkladná matice kuličkového šroubu pohonu osy obráběcího stroje má úhel kontaktu kuliček se šroubem a maticí takový, že se ve směru od roviny symetrie spojitě zmenšuje podle vztahu $\alpha(X) = \arctg\left(\frac{R}{X}\right)$ (viz Obr. 5). Uvedené technické řešení je možné aplikovat na

jakémkoliv kuličkovém šroubu s maticí, která má jedinou rovinu symetrie. Může se jednat o systém tzv. jednochodý i vícechodý, ve všech průměrech šroubů, typicky $d = 25$ až 100 mm a stoupání, typicky $P = 1/8 \cdot d$ až $1/2 \cdot d$.

Realizace příkladného řešení se skládá z výroby šroubu, matice, kuliček a jejich montáže. Oproti realizaci standardního řešení je potřeba uzpůsobit zejména výrobu matice a umožnit výrobu proměnného stoupání a radiálního rozměru závitu. Na toto navazuje i nutnost složitější rozměrové kontroly.

Průmyslová využitelnost

Matice kuličkového šroubu pohonu os obráběcích strojů, podle tohoto vynálezu nalezne uplatnění především ve strojírenství, zejména v oboru přesných výrobních strojů, kde se požaduje vysoká přesnost chodu, životnost a spolehlivost a dále vysoká tuhost a nízké pasivní odpory .

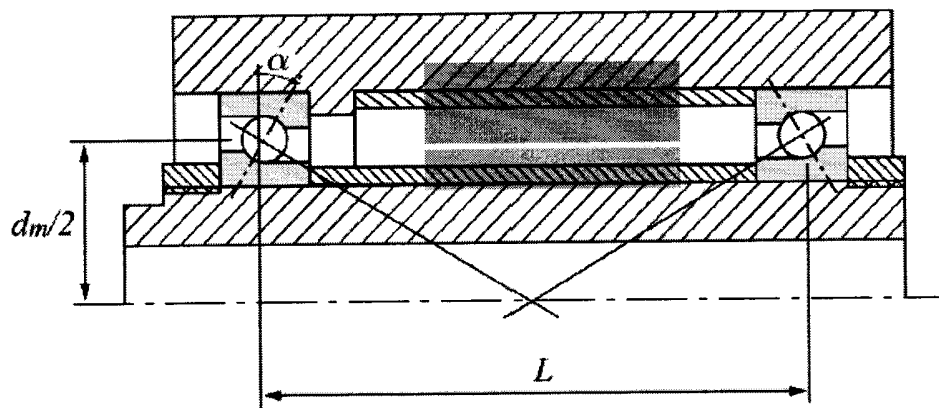
13.12.11

-5-

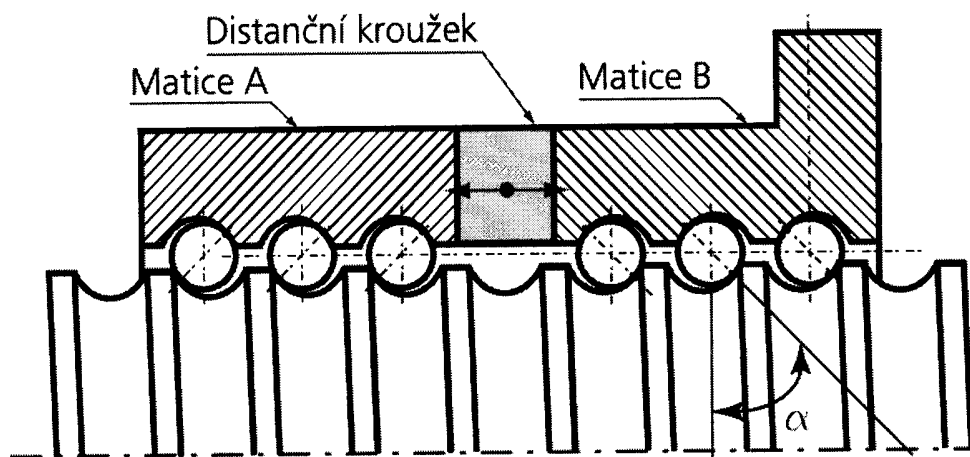
2011-641

PATENTOVÉ NÁROKY

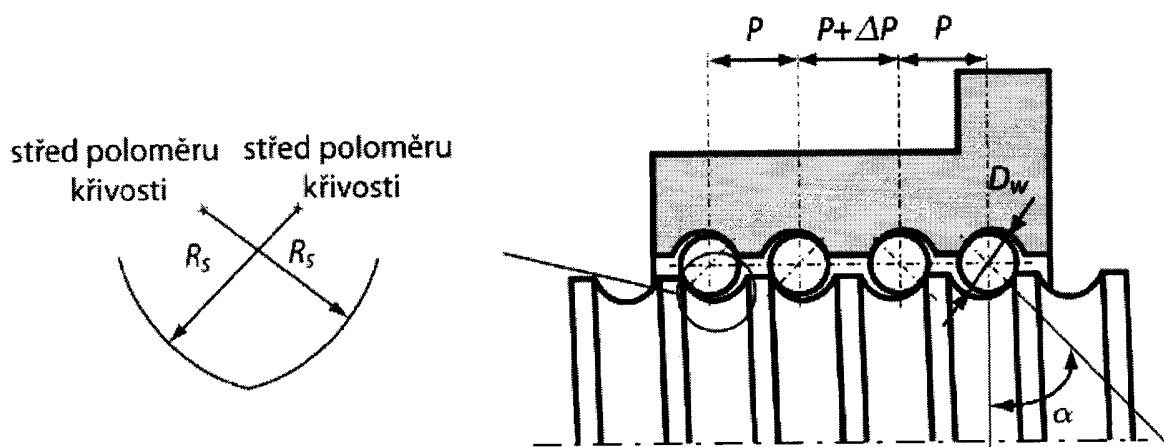
1. Matice kuličkového šroubu pohonu os strojů, *vyznačující se tím, že* ^{el} úhla α kontaktu kuliček se šroubem a maticí ve vzdálenosti X ve směru od roviny symetrie je roven $\arctg$ podílu poloměru R matice ke vzdálenosti $X \pm 8^\circ$.



Obr. 1



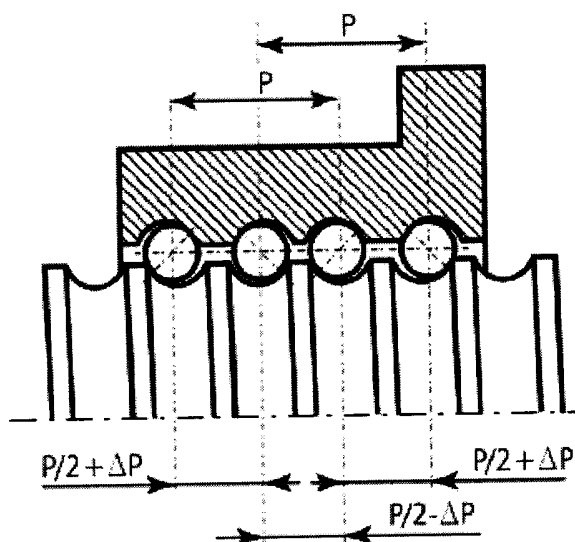
Obr. 2



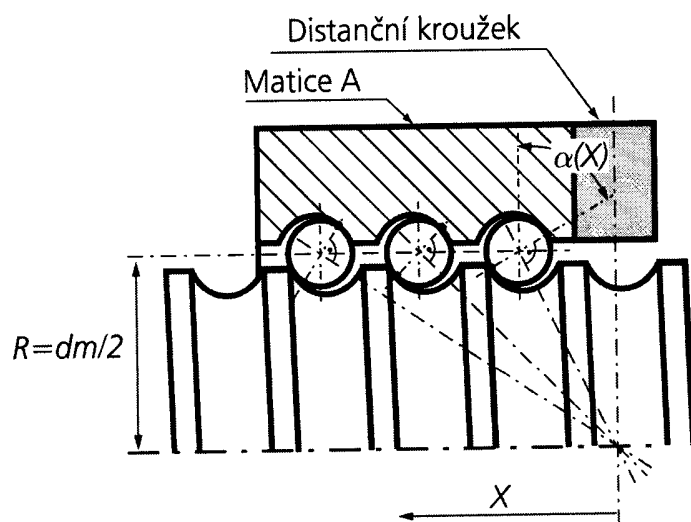
Obr. 3

2/2 13.12.11

2011-641



Obr. 4



Obr. 5