

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

303 596

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

B23Q 11/04 (2006.01)

B23Q 23/00 (2006.01)

B23Q 1/26 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011-453**
(22) Přihlášeno: **25.07.2011**
(40) Zveřejněno: **02.01.2013**
(Věstník č. 1/2013)
(47) Uděleno: **21.11.2012**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **02.01.2013**
(Věstník č. 1/2013)

(56) Relevantní dokumenty:

CN 201516580U; JP 57121409 A; GB 783570 A; GB 684933 A; US 3684395 A.

(73) Majitel patentu:

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

(72) Původce:

Hovorka Jiří Ing., Poříčany, CZ
Kolář Petr Ing. Ph.D., Odolena Voda, CZ

(74) Zástupce:

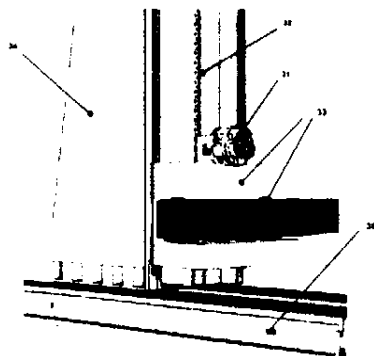
Ing. Václav Kratochvíl, Radlická 28, Praha 5, 15000

(54) Název vynálezu:

**Zařízení pro vyvažování vertikálních lineárních
pohybových os obráběcích strojů**

(57) Anotace:

Vynález se týká zařízení pro vyvažování vertikálních lineárních pohybových os obráběcích strojů obsahuje rotační hydraulickou jednotku (31) s hydromotorem (5) připojenou k vyvažované pohybové skupině (33) prostřednictvím pohybové dvojice (6) pro transformaci rotačního pohybu hydromotoru (5) na lineární pohyb vyvažované pohybové osy. První část pohybové dvojice (6) je připojena ke stojanu (34) obráběcího stroje a druhá část pohybové dvojice (6) je připojena k vyvažované skupině (33), přičemž hydromotor (5) je připojen k uzavřenému hydraulicko-dusíkovému obvodu.



CZ 303596 B6

Zařízení pro vyvažování vertikálních lineárních pohybových os obráběcích strojů

Oblast techniky

5

Vynález se týká zařízení pro vyvažování vertikálních lineárních pohybových os obráběcích strojů.

10

Dosavadní stav techniky

Pohony vertikálních lineárních pohybových os jsou zatíženy kromě obvyklých sil, jako je řezná síla, dynamické účinky urychlované hmoty a podobně, také tíhou skupin, které se po ose pohybují. Tato tíha vynucuje potřebu použití větších součástí pohonů. Protože tíha působí v jednom směru, jsou komponenty pohonu nestejně zatěžovány. Tyto nepříznivé vlivy je možno odstranit tzv. vyvažováním lineárních pohybových hmot. To znamená, že do silového okruhu pohybovaná hmota – pohon – rám je přidán další zdroj síly, který působí trvale proti směru gravitačního zrychlení silou blízkou tíze pohybované hmoty a tak snižuje požadavky na dimenzování komponent hlavního pohonu lineární osy. V současné době existuje několik základních typů vyvažování vertikálních lineárních pohybových os.

Jedním řešením je vyvažování pomocí protizávaží. Pohybovaná hmota vertikální lineární osy stroje spojena pomocí ocelových lan přes kladkový mechanismus umístěný v horní části stroje s protizávažím. Hmotnost protizávaží ve většině případů odpovídá hmotnosti pohybované hmoty, popř. je tato hmota snížena v důsledku kladkového převodu. Výhodou je konstrukční jednoduchost a spolehlivost. Hlavními nevýhodami řešení je zvýšení hmotnosti celé skupiny o hmotnost protizávaží. U horizontálních frézovacích a vyvrtávacích strojů dosahuje hmotnost vyvažované skupiny a potažmo protizávaží až 40 000 kg, což podstatně zvýší celkovou hmotnost stroje. Protizávaží je většinou umístěno uvnitř stojanu pomocí kluzných elementů, které zapříčiňuje nedokonalé uložení protizávaží. V důsledku zvýšení hmotnosti stroje dojde k zhoršení dynamických vlastností horizontální pohybové osy, na které je vertikální pohybová osa postavena a k omezení maximálních zrychlení vertikální pohybové osy na hodnotu tíhového zrychlení. Dalším aspektem je i omezená životnost lan v důsledku stálého ohýbání přes vodicí kladku.

Nevýhodami uvedeného řešení je zvýšená hmotnost stroje o hmotnost protizávaží, v některých případech až o 40 000 Kg. Rovněž bývá problematické uchycení protizávaží, protože se obvykle jedná o kluzné uložení s vůlí. Nevýhodou jsou rovněž horší dynamické vlastnosti stroje dané vysokou hmotností stroje. Dále se vyskytují problémy s namáháním vyvažovacího lana, dané poloměrem jeho ohybu.

40

Dalším řešením je vyvažování fluidním lineárním motorem. Pohybová hmota vertikální lineární osy je spojena s lineárním hydromotorem nebo pneumotorem, ve kterém vzniká vyvažovací síla tlakem média na plochu pístu. Výhodou tohoto řešení je konstrukční jednoduchost a možnost snadno řídit velikost vyvažovací síly. Hlavními nevýhodami řešení jsou velké zástavbové rozměry, především celková délka fluidního lineárního motoru a omezení zdvihu pohybové osy maximálním zdvihem motoru. Kritická hodnota zdvihu se pohybuje okolo 2,5 m, jelikož celková délka motoru je minimálně dvojnásobná, což je značné konstrukční omezení. Kompaktního řešení je možno dosáhnout použitím teleskopických fluidních lineárních motorů – válců. Teleskopické fluidní motory lze používat do zdvihu okolo 6 m, kde nastává omezení spojené i s vyvažovanou hmotou a to namáhání pístnice na vzpěr. Další nevýhodou teleskopických válců je skoková změna síla při výsunu jednotlivých segmentů motoru, což dokáže eliminovat motory v synchronním provedení. Motory v synchronním provedení jsou značně konstrukčně náročné a tomu odpovídá i vysoká pořizovací cena.

Nevýhodami jsou velké zástavbové rozměry – jednostupňové cca do 2,5 m a teleskopické cca do 6 m. U teleskopických válců nastává problém se skokovou změnou síly při výsuvu jednotlivých částí teleskopu, toto neplatí pro synchronní teleskopické válce. Další nevýhodou je omezený zdvih, protože z konstrukčního hlediska je třeba zohlednit namáhání na vzpěr.

5

Jako další používané řešení vyvažování se využívá sil od elektrického motoru. Jedná se především o využití elektropohonu ve spojení s kuličkovým šroubem, který v momentové vazbě minimalizuje silové účinky, tzv. nevyvanu, ve vertikálním směru. Hlavními nevýhodami řešení je zvýšená cena skupiny pohybové lineární osy, což je důsledkem instalování další pohybové dvojice, motoru a měniče. Další nevýhodou tohoto provedení je zástavbová a především i energetická náročnost. Obdobně jako u varianty s fluidním motorem se musí zohlednit namáhání kuličkového šroubu na vzpěr.

10

Podstatnými nevýhodami je omezený zdvih v závislosti na maximální délce kuličkového šroubu a energetická náročnost vyplývající z instalovaného příkonu a zapojení motoru vyvažování v momentové vazbě. Dalšími nevýhodami je velká náročnost na zástavbu do konstrukce a omezený zdvih, protože z konstrukčního hlediska je třeba zohlednit namáhání na vzpěr.

15

20 Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny zařízením pro vyvažování vertikálních lineárních pohybových os obráběcích strojů, podle tohoto vynálezu. Jeho podstatou je to, že je tvořeno rotační hydraulickou jednotkou s hydromotorem, připojenou k vyvažované pohybové skupině prostřednictvím pohybové dvojice pro transformaci rotačního pohybu hydromotoru na lineární pohyb vyvažované pohybové osy. Jedna část pohybové dvojice je připojena ke stojanu obráběcího stroje a druhá část pohybové dvojice je připojena k vyvažované skupině. Hydromotor je připojen k uzavřenému hydraulicko–dusíkovému obvodu.

25

Jedna část pohybové dvojice je s výhodou tvořena pastorkem připojeným k rotačnímu hydromotoru hydraulické jednotky a druhá část pohybová dvojice je tvořena ozubenou tyčí, připojenou ke stojanu obráběcího stroje.

30

Uzavřený hydraulicko–dusíkový obvod je s výhodou opatřen přídavným hydrogenerátorem.

35

Podstatou řešení je vyvození vyvažovacího krouticího momentu rotačním hydromotorem, který je transformován do vyvažovací síly pomocí převodu pastorek–ozubená tyč. Hydromotor je součástí vyvažované pohybové skupiny. Ozubená tyč je připevněna na stojan stroje, který tvoří základ vertikální lineární pohybové osy. Hydromotor je připojen na uzavřený hydraulicko–dusíkový obvod. Uzavřený okruh znamená snížení celkové energetické náročnosti celého systému vyvažování. Ztráty hydraulického obvodu způsobené především průsakem, tj. leakáží, na hydromotoru pokrývá přídavný hydrogenerátor, který do obvodu dodává ztracený objem oleje. Přídavným hydrogenerátorem lze měnit tlak v soustavě, a tak snížit hodnotu nevyvážku téměř až na nulovou hodnotu. Hlavními výhodami nového řešení je možnost realizace prakticky neomezeného zdvihu vertikální lineární pohybové osy, nízká energetická náročnost, jednoduchá a kompaktní konstrukce s nízkými náklady na komponenty, snadné řízení velikosti vyvažovací síly změnou tlaku v soustavě, vysoká bezpečnost systému zajištěná jisticím blokem v obvodu a možnost aplikace na jakýkoliv stroj.

45

Výhodami tohoto řešení je neomezený zdvih – uvažovaná pohybová dvojice není z konstrukčního hlediska omezena zdvihem. Další výhodou je nízká energetická náročnost, protože uzavřený hydraulický obvod pracuje s vysokou účinností, ztráty v systému jsou způsobeny pouze leakáží hydromotoru a případně dovyvažováním systému na konstantní tlak pomocí hydrogenerátoru. Celá konstrukce vyniká svou jednoduchostí. Řízení je rovněž jednoduché – provádí se pomocí tlaku v soustavě. Celý systém je bezpečný – jedná se o robustní řešení konstrukce s bezpečnost-

55

ním provedením v případě výpadku elektrické energie pomocí hydraulických prvků. Další výhodou jsou malé zástavbové rozměry dané možností jejího umístění jak na novou konstrukci, tak i do stávající zástavby s mírnou modifikací konstrukce stroje. Jedná se o ekonomicky výhodné řešení, například v porovnání s fluidním motorem, při zdvihu 5 m, vychází náklady poloviční.

5 Navrhované řešení je možné aplikovat s mírnou modifikací na jakýkoliv stroj. V neposlední řadě je výhodou jednoduchá údržba systému, která spočívá v kontrole tlaku množství kapaliny v systému, kontrole tlakových lahví a vizuální kontrole mechanického stavu pohybové dvojice.

10 Objasnění obrázků na výkresech

Zařízení pro vyvažování vertikálních lineárních pohybových os obráběcích strojů, bude podrobněji popsáno na konkrétních příkladech provedení s pomocí přiložených výkresů, kde na Obr. 1 je hydraulické schéma zařízení. Na Obr. 2 je v řezu znázorněno schéma pohonu a na Obr. 3 je aplikace vyvažování na stroji.

15

Příklady uskutečnění vynálezu

20 Příkladné zařízení pro vyvažování vertikálních lineárních pohybových os obráběcích strojů, je tvořeno hydraulickou jednotkou 31 s rotačním hydromotorem 5 připojenou k vyvažované pohybové skupině 33 prostřednictvím pohybové dvojice 6 pro transformaci rotačního pohybu hydromotoru 5 na lineární pohyb vyvažované pohybové osy. Jedna část pohybové dvojice 6 je připojena ke stojanu 34 obráběcího stroje a druhá část pohybové dvojice 6 je připojena k uzavřenému hydraulicko-dusíkovému obvodu. Rotační hydromotor 5 je opatřen pastorkem, který je v kontaktu s ozubenou tyčí 32, připojenou ke stojanu 34 obráběcího stroje.

25

Na obr. 1 je schematicky zobrazeno zapojení hydraulického obvodu. Fluidní část systému se skládá z jednoho akumulátoru 1, dvou dusíkových tlakových lahví 2. Nastavení tlaku v soustavě je omezeno tlakovým ventilem 3. Bezpečnostním prvkem při výpadku elektrického proudu je jistič blok 4. Připojený hydromotor 5 napájený tlakovým olejem z fluidní části systému vytváří kroučící moment, který je transformován přes pohybovou dvojici 6 na vyvažovací sílu. Manometr 7 slouží ke kontrole tlaku v soustavě. Hydrogenerátor 8 kompenzuje hydraulické ztráty a případně vyrovnává tlak v soustavě tak, aby snížil rozdíl nevývahy mezi krajními polohami. Elektromotor 9 slouží k pohonu hydrogenerátoru 8. Tlakový spínač 10 slouží k regulaci tlaku v soustavě. Jednocestný ventil 11 odděluje vyrovnávací větev hydraulického systému. Uzavírací ventil 12 umožňuje odstavení systému od tlakových lahví 2. Odpadní nádrž 13 zachycuje hydraulický olej po průchodu hydrogenerátorem 8.

30

35

40 Na obr. 2 je schematicky zobrazena skupina nového hydraulického vyvažování aplikovaného na vertikální pohybovou osu horizontálního vyvrtávacího stroje. Rám 21 zařízení slouží jako interface pro připojení na vyvažovanou část vertikální osy stroje a zároveň pro připojení ostatních komponent vyvažování. Ozubené kolo 22 slouží pro přenos kroučícího momentu na pastorek, který je v kontaktu s ozubenou tyčí 32. Ozubené kolo 22 je torzně i axiálně spojeno s pomocným hřídelem 24 mechanismu. Pomocný hřídel 24 mechanismu je uložen ve skupině ložisek 23, které zachycují radiální i axiální síly od šikmého ozubení. Spojení pomocného hřídele 24 a rotačního hydromotoru 5 zabezpečuje torzní spojka 25. Hydromotor 5 je připevněn k rámu 21 zařízení, který je součástí hydraulické jednotky 31.

45

50 Na obr. 3 je zobrazen konkrétní případ připojení hydraulické jednotky 31 vyvažování na horizontální vyvrtávací stroj. Nová hydraulická jednotka 31 vyvažování je připevněna na horní část vyvažované skupiny 33 v místě styku s vertikálně umístěnou ozubenou tyčí 32. Ozubená tyč 32 je připevněna v definovaném místě ke stojanu 34 stroje. Umístění ozubené tyče 32 je zvoleno v optimální poloze oproti poloze lineárním vedením. Stojan 34 je pomocí lineárních vedení spojen s ložem 35 stroje.

55

Pro provedení vyvažování o uvažované hmotnosti nevývažku 12 000 Kg a zdvihu 5000 mm je využito rotačního hydromotoru 5 s pohybovou dvojicí 6 transformující rotační pohyb na lineární s uvažovanou transformací pohybu v poměru 1/502 [ot/mm]. Hodnota nevývažku při použití
 5 dvou tlakových lahví 2 2 x 75 litrů, a jednoho akumulátoru 1 50 litrů o celkovém objemu 200 litrů se pohybuje $\pm$ 725 Kg. Při zapojení přídatného hydrogenerátoru 8 lze nevývažek snížit až téměř na nulovou hodnotu v závislosti na seřízení tlakového spínače 10.

10 Průmyslová využitelnost

Pohon rotačních os podle tohoto vynálezu nalezne uplatnění zejména ve strojírenství při konstrukci obráběcích strojů, robotů, manipulátorů a podobně.

15

PATENTOVÉ NÁROKY

20

1. Zařízení pro vyvažování vertikálních lineárních pohybových os obráběcích strojů, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje rotační hydraulickou jednotku (31) s hydromotorem (5) připojenou k vyvažované pohybové skupině (33) prostřednictvím pohybové dvojice (6) pro transformaci rotačního pohybu hydromotoru (5) na lineární pohyb vyvažované pohybové osy,
 25 kde první část pohybové dvojice (6) je připojena ke stojanu (34) obráběcího stroje a druhá část pohybové dvojice (6) je připojena k vyvažované skupině (33), přičemž hydromotor (5) je připojen k uzavřenému hydraulicko-dusíkovému obvodu.

30

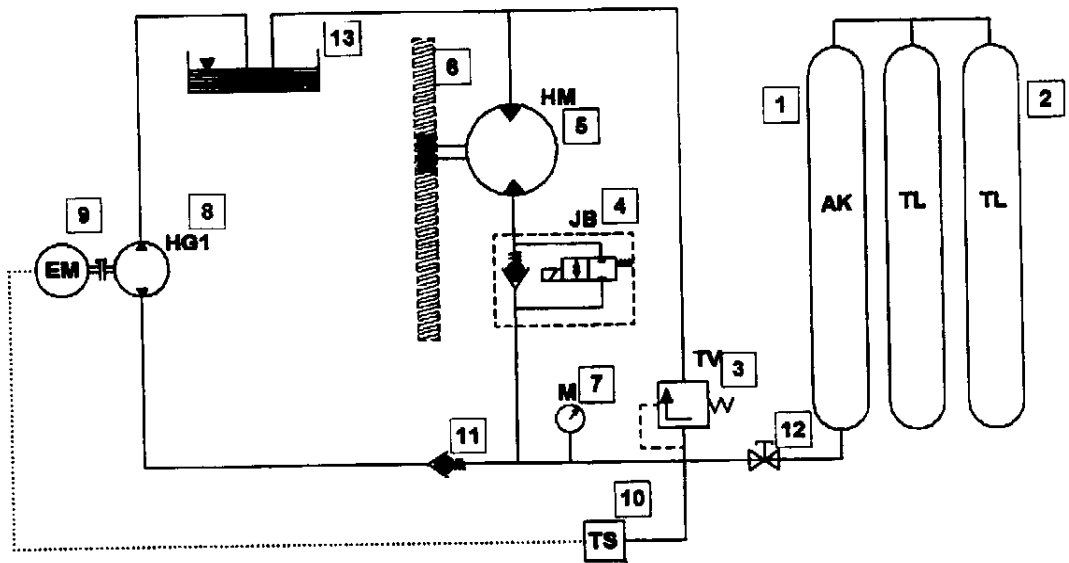
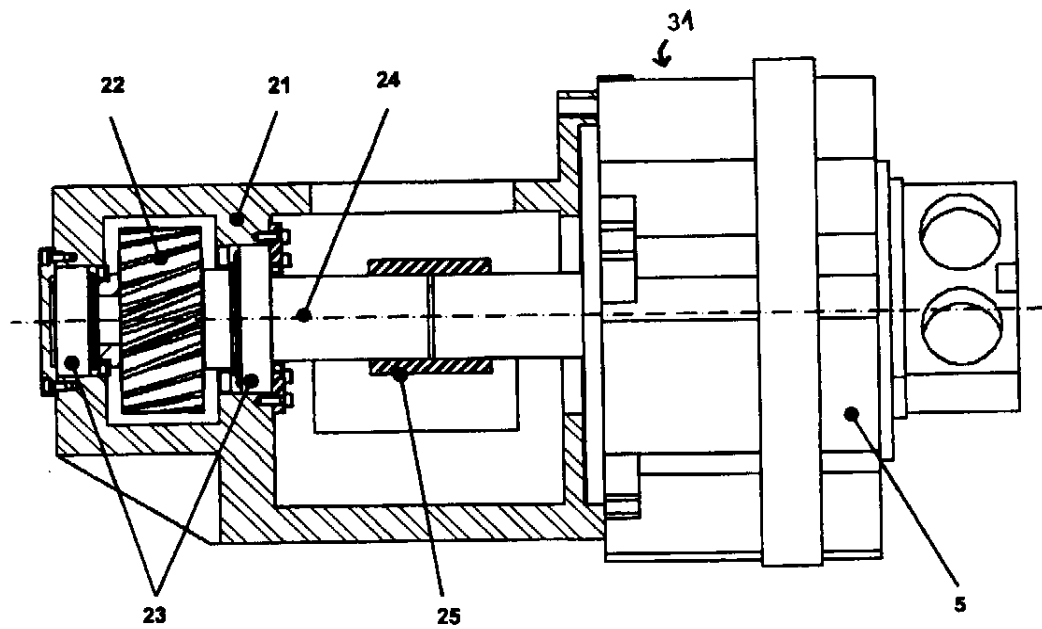
2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že druhá část pohybové dvojice (6) je tvořena pastorkem připojeným k rotačnímu hydromotoru (5) hydraulické jednotky (31) a první část pohybové dvojice (6) je tvořena ozubenou tyčí (32), připojenou ke stojanu (34) obráběcího stroje.

35

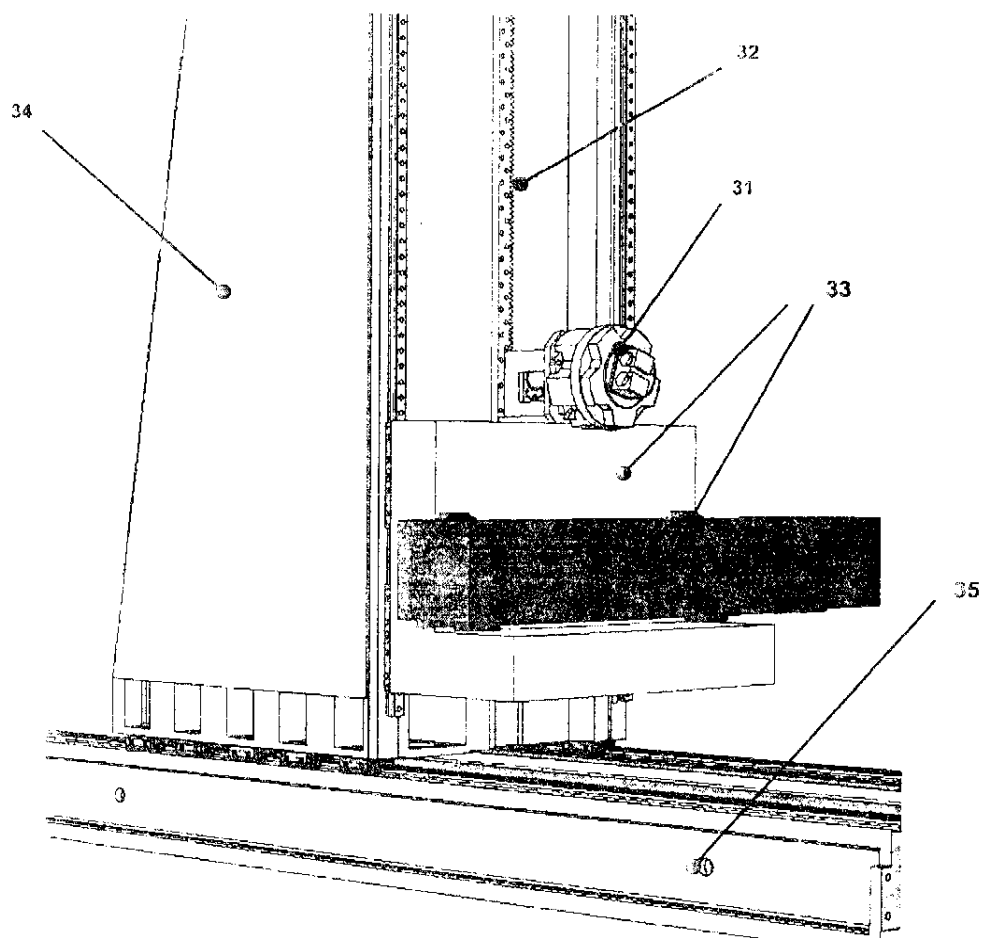
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že uzavřený hydraulicko-dusíkový obvod je opatřen přídatným hydrogenerátorem (8).

40

2 výkresy

**Obr. 1**

Obr. 2



Obr. 3

Konec dokumentu