

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

29 676

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01M 13/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2016-32494**
(22) Přihlášeno: **29.09.2015**
(47) Zapsáno: **25.07.2016**

(73) Majitel:
VÚTS, a.s., Liberec, Liberec XI - Růžodol I, CZ

(72) Původce:
Ing. Pavel Šidlof, CSc., Liberec 14, CZ
Ing. Petr Škop, CSc., Liberec, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Zábrdovická 11, 615 00 Brno

(54) Název užitého vzoru:
Zařízení ke zkoušení převodovek

CZ 29676 U1

Zařízení ke zkoušení převodovek

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení k zátěžovému zkoušení převodovek v uzavřeném okruhu, zejména k zjištění jejich životnosti, přičemž jejich převodový poměr je vzájemně odlišný a současně odlišný od převodu 1, přičemž zařízení obsahuje zkušební rám, ve kterém jsou zkoušené převodovky uloženy a přivraceny k sobě svými výstupními hřídeli.

Dosavadní stav techniky

Převodovky, případně prostředky s nimi spřažené v hnacím řetězci je třeba zkoušet při určitém krouticím momentu a úhlové rychlosti (otáčkách), tedy při určitém přenášeném výkonu. Přímý způsob zkoušení obvykle znamená pohánět převodovku, spojku, kloubový hřídel apod. elektromotorem a na výstupu brzdít zkoušené zařízení jiným elektromotorem, dynamometrem nebo brzdou.

Příkladem je zkušební zařízení podle CN102338698A, kde zkoušenou převodovku pohání hnací naftový motor. Výstup zkoušené převodovky je připojen ke vstupu zátěžovacího dynamometru. Při zkoušce se měří snímači krouticí moment před a za zkoušenou převodovkou. Tento způsob je energeticky náročný, neboť výkon hnacího spalovacího nebo elektrického motoru se v zátěžovacím dynamometru obvykle maří, tedy mění se v teplo. Přivedený výkon lze sice částečně vracet do elektrické sítě, to je ovšem relativně nákladné vzhledem k používaným komplikovaným zařízením.

Výkonově mnohem méně náročným způsobem je použití dvou nebo více převodovek se stejným výsledným převodovým poměrem. Pokud se tyto převodovky spojí pomocí hřídelů do uzavřeného okruhu, což znamená, že se vzájemně propojí např. oba rychloběžné a oba pomaloběžné hřídele dvou převodovek se stejným převodem, je možno relativním natočením některého ze spojovacích hřídelů vnést do systému předpětí, kterým se převodovky zatíží zvoleným krouticím momentem. Hnací motor zajišťující otáčení systému (obvykle některého ze spojovacích hřídelů) zvolenými otáčkami potom dodává pouze moment potřebný k překonání pasivních odporů. Tento moment bývá řádově nižší, než moment přenášený hřídelem. Řádově nižší je proto také potřebný příkon.

Zařízení ke zkoušení převodovek s ozubenými koly v uzavřeném okruhu řeší například FR2484089A1. Energetickým zdrojem je hnací motor, jehož výstupní hřídel je spojen se vstupním hřídelem první převodovky, proti níž je uspořádána druhá převodovka. Pomaloběžné hřídele obou převodovek jsou vzájemně spojeny hřídelem s homokinetickými klouby, v němž je zařazeno zařízení k zjišťování zkoušených parametrů, tedy čidlo krouticího momentu a čidlo úhlové rychlosti. Rychloběžné hřídele obou převodovek jsou spojeny hřídelem s homokinetickými klouby, v němž je zařazena torzní tyč a zařízení dovolující reverzibilní nakroucení tohoto hřídele. Toto zařízení obsahuje prostředky k úhlovému blokování nastaveného nakroucení.

Zařízení podle FR2484089A1 odstraňuje energetickou náročnost zařízení s dynamometrem podle CN102338698A. Jeho nevýhodou je však velmi složité zařízení k nastavení úhlového nakroucení, které obsahuje další hnací motor a především soustavu planetových ozubených převodů. Nedostatkem je i vysoká cena čidla měřícího zátěžovací krouticí moment.

Cílem technického řešení je odstranit nebo alespoň omezit nevýhody podobných zařízení podle dosavadního stavu techniky, zvláště u zařízení ke zkoušení převodovek přenášejících vysoké výkony.

Podstata technického řešení

Cíle technického řešení je dosaženo zařízením k zátěžovému zkoušení převodovek v uzavřeném okruhu, jehož podstatou je to, že mezi pomaloběžnými výstupními hřídeli převodovek je vložen pomaloběžný spojovací hřídel, který je s pomaloběžnými výstupními hřídeli spojen a mezi rychloběžnými výstupními hřídeli převodovek je vložen rychloběžný spojovací hřídel, který je s rychloběžnými výstupními hřídeli spojen.

loběžnými výstupními hřídeli spojen, přičemž převodovky jsou uloženy vzhledem k sobě přestavitelně otočně kolem osy pomaluběžného spojovacího hřídele, přičemž pevná převodovka vzhledem k zkušebnímu rámu uložena nepohyblivě a pomaluběžný spojovací hřídel je v blízkosti převodovek uložen otočně v ložiskových konzolách pevně spojených s rámem a konec skříně

5 přestavitelné převodovky v blízkosti rychloběžného spojovacího hřídele je spřažen s okem pístnice hydraulického válce, jehož těleso je uloženo otočně na rámu, přičemž rychloběžný spojovací hřídel obsahuje dva klouby, přičemž v oblasti mezi těmito klouby spojovací hřídel obsahuje přímočaré posuvné vzájemné vedení, přičemž je jeden ze spojovacích hřídelů spřažen s hnacím motorem, přičemž zařízení obsahuje alespoň jeden snímač vnější síly uspořádaný mezi skříními

10 pevné převodovky a přestavitelné převodovky.

Příkon hnacího zařízení, kterým jsou převodovky protáčeny, je tak využit jenom k překonání pasivních odporů proti pohybu pohybujících se částí. Ten je řádově nižší, než výkon přenášený hřídeli.

Snímač vnější síly je uložen mezi skříní pevné převodovky a zkušebním rámem a/nebo mezi skříní přestavitelné převodovky a zkušebním rámem. To je výhodné jak z hlediska přesnosti měření zkušebního zatížení převodovek, tak z hlediska pracnosti při přípravě zkoušky.

15

S hnacím motorem je spřažen rychloběžný kloubový hřídel. To umožňuje pomaluběžné výstupní hřídele zkoušených převodovek vzájemně spojit spojovacím hřídelem uloženým v ložiskových konzolách upevněných k rámu a předepnout převodovky vzájemným pootočením jejich skříní

20 kolem osy spojovacího hřídele, na němž jsou převodovky zavěšeny.

Hnací motor je přitom s příslušným spojovacím hřídelem spřažen prostřednictvím řemenového převodu, což usnadňuje manipulaci při ukládání převodovek do zkušebního rámu.

Objasnění výkresů

Příkladné provedení zkušebního zařízení podle technického řešení je znázorněno na výkrese, kde

25 na obr. 1 je pohled šikmo shora na základní provedení zkušebního zařízení se zkoušenými převodovkami, u kterého leží osa vzájemného pootočení skříní zkoušených převodovek ve společné ose jejich výstupních hřídelů, na obr. 2 a 2a je boční pohled ve směru P na dvě alternativní provedení k obr. 1 a na obr. 3 a 3a půdorysy k obr. 2a a 3a.

Příklady uskutečnění technického řešení

Provedení podle obr. 1 zahrnuje dvě alternativní řešení zařízení podle technického řešení lišící se upevněním zkoušených převodovek na rámu 1. První z nich je znázorněno a popsáno na obr. 2 a 3, druhé na obr. 2a a 3a.

30

Dvě převodovky 2, 3 jsou na rámu 1 uloženy proti sobě zrcadlově v poloze, ve které jsou jejich neznázorněné pomaluběžné výstupní hřídele 21, 31 vodorovné a vzájemně souosé. Je samozřejmě nutné při této poloze respektovat hrdla pro plnění oleje do skříní převodovek a případně příslušné odvodušňovací prostředky skříně, neboť jedna z převodovek může být zřejmě v poloze dnem vzhůru.

35

Převodovky 2, 3 musí mít stejný převodový poměr, ale nesmí mít převodový poměr „1“. Ovšem záporný převodový poměr „-1“, tedy převodový poměr, při kterém jsou úhlové rychlosti vstupního a výstupního hřídele v absolutní hodnotě stejné, ale mají opačný smysl, zkušebnímu zařízení podle technického řešení vyhovuje. Pomaluběžné výstupní hřídele 21, 31 jsou v přednostním provedení spolu pevně spojeny pomaluběžným spojovacím hřídelem 4 uloženým ve dvou ložiskových konzolách 11. Převodovky 2 a 3 jsou v podstatě na pomaluběžných hřídelích zavěšeny a jejich skříně jsou kolem spojovacího hřídele 4 otočné.

40

Rychloběžný výstupní hřídel 22 pevné převodovky 2 a rychloběžný výstupní hřídel 32 přestavitelné převodovky 3 jsou vzájemně spojeny rychloběžným spojovacím hřídelem 5. Výrazem pomaluběžný spojovací hřídel je v celém textu míněn hřídel spojující výstupní hřídele spojených převodovek a výrazem rychloběžný spojovací hřídel je v celém textu míněn hřídel spojující vstupní hřídele spojených převodovek, i když v případě převodovek s převodem „-1“ je absolutní

45

hodnota úhlových rychlostí a tedy i otáček obou hřídelů stejná a obecně nezáleží na tom, který z hřídelů má vyšší otáčky. Rychloběžný výstupní hřídel 22 pevné převodovky 2 je spřažen s řemenovým převodem 6 prostřednictvím jeho hnané řemenice 61. Je zřejmé, že z hlediska principu funkce může být namísto rychloběžného spojovacího hřídele 5 poháněn pomaluběžný spojovací hřídel 4, nebo může být připojení pohonu k rychloběžnému spojovacímu hřídeli 5 provedeno odlišně od níže popsanych příkladných provedení, která jsou provedeními výhodnými, resp. přednostními.

V provedení podle obr. 2 a 3 je rychloběžný výstupní hřídel 22 pevné převodovky 2 podepřen za hnanou řemenicí 61 ložiskovou konzolou 12 rámu 1.

Hnaná řemenice 61 je řemenem 62 připojena k hnací řemenici 63 hnacího elektromotoru 7. Spojení konců rychloběžného spojovacího hřídele 5 s rychloběžnými výstupními hřídeli 22, 32 převodovek 2, 3 je realizováno hřídelovými klouby 51 a délka hřídele mezi hřídelovými klouby musí být vzhledem k vzájemné úhlové přestavitelnosti převodovek 2, 3 samočinně proměnná, například prostřednictvím vložení známého posuvného drážkového spoje mezi klouby 51. Na straně přestavitelné převodovky 3 je kloub 51 připojen přímo k jejímu rychloběžnému výstupnímu hřídeli 32, na straně pevné převodovky 2 je kloub 51 umístěn až na konci rychloběžného výstupního hřídele 22 vystupujícím z ložiskové konzoly 12 rámu 1. Vhodnými hřídelovými klouby 51 jsou pro toto použití klouby kardanové nebo homokinetické.

Na obr. 2a a 3a je skříň převodovky 2 na straně svého rychloběžného výstupního hřídele 22 staticky určité kloubově ukotvena k rámu 1 blíže neznázorněným upínačem 13, který umožňuje vložit v tomto místě mezi skříň pevné převodovky 2 a rám 1 neznázorněný snímač síly. To u předchozího provedení podle obr. 2 a 3, kde je výstupní hřídel 22 podepřen ložiskovou konzolou 12, není možné. Kloub 51 je na tomto konci rychloběžného hřídele 5 v tomto případě uspořádán na konci rychloběžného výstupního hřídele 22 bezprostředně za hnanou řemenicí 61. Tento konec skříně pevné převodovky 2 je tak vzhledem k rámu 1 pohyblivý v rozmezí relativně nepatrného zdvihu uvedeného snímače síly. V dalším textu je proto převodovka 2 uváděna jako pevná převodovka 2, zatímco převodovka 3, která je polohově úhlově přestavitelná vzhledem k pevné převodovce 2, respektive k rámu 1, je v dalším textu uváděna jako přestavitelná převodovka 3. Poloha rychloběžného výstupního hřídele 22 pevné převodovky 2 je v tomto případě dána prakticky nehybným uložením pevné převodovky 2 vzhledem k rámu 1.

U konce skříně přestavitelné převodovky 3 odvráceného od otočného uložení přestavitelné převodovky 3 vzhledem k rámu 1 je uspořádáno zátěžové ústrojí 8 k změně polohy přestavitelné převodovky 3 vzhledem k rámu 1 a tím i k vzájemnému úhlovému natočení převodovek 2, 3 kolem osy pomaluběžných hřídelů 21, 31. Tím se zároveň mění i poloha rychloběžného výstupního hřídele 32.

V příkladném provedení obsahuje zátěžové ústrojí 8 svislý nosný sloupek 81 uložený dolním koncem otočně na rámu 1. Na horním konci sloupku 81 je přitom otočně uložena dvojramenná páka 82. Jedno rameno dvojramenné páky 82 je kloubově spojeno s okem 33 upevněným na skříní přestavitelné převodovky 3, druhé rameno dvojramenné páky 82 je kloubově spojeno s okem 83 pístnice v podstatě svisle umístěného hydraulického válce 84, který je otočně spojen dolním koncem s rámem 1. Hydraulický válec 84 je připojen prostřednictvím ovládacího rozváděče k neznázorněnému zdroji tlakového oleje, ke kterému je v neznázorněném provedení připojen senzor pro měření tlaku oleje v hydraulickém válci. Podle údajů tohoto senzoru, ze kterého se odvozují velikosti zatěžovacích momentů, je možné řídicím zařízením regulovat tlak v hydraulickém válci 84 a tím i vnější sílu F, kterou hydraulický válec 84 působí prostřednictvím dvojramenné páky 82 na oko 33 upevněné na skříní přestavitelné převodovky 3. To umožňuje naprogramovat požadovaný časový průběh zkoušky, tedy momentové zatížení a otáčky převodovek.

Pro zjištění zkušebního zatížení zkoušené převodovky může být měření tlaku oleje v hydraulickém válci vzhledem k pasivním odporům válce nedostatečně přesné. Proto je u jiného příkladného zařízení na pístnici hydraulického válce 84 umístěn neznázorněný snímač síly, který měří sílu působící na dvojramennou páku 82. Hydraulický válec 84 by mohl být přímo připojen

k oku 33 upevněnému ke konci skříně přestavitelné převodovky 3, ale použití zátěžového ústrojí 8 přináší některé výhody, např. ochranu neznázorněného snímače síly před poškozením. Výhodou provedení, u kterého je snímač síly uspořádán ve výše popsaném uložení upínače 13 pevné převodovky 2 vzhledem k rámu 1 v blízkosti rychloběžného hřídele 21 je to, že eliminuje
 5 jednak vliv změny převodu síly z hydraulického válce 84 přes dvojramennou páku 82 na přestavitelnou převodovku 3, jednak vliv pasivních odporů mechanismu tohoto uzlu.

Zatížení, kterému mají být podrobeny zkoušené převodovky 1, 3, se nastaví přivedením tlakového oleje do hydraulického válce 84. Pistnice hydraulického válce 84 se zasouvá nebo vysouvá z přibližně středové polohy zdvihu, čímž dvojramenná páka 82 pootáčí převodovkou 3 ve směru
 10 S proti směru nebo ve směru hodinových ručiček. Toto pootočení je umožněno kloubovým rychloběžným spojovacím hřídelem 5, přičemž velikost síly vyvozené hydraulickým válcem 84 je úměrná součtu momentů působících na přestavitelnou převodovku 3. Jedná se o krouticí moment v pomaluběžném spojovacím hřídeli 4, rychloběžném spojovacím hřídeli 5 a moment vytvořený hmotností převodovky 3 s příslušenstvím vůči ose pomaluběžného spojovacího hřídele 4.
 15 Z rovnice rovnováhy se odvodí velikost potřebné síly hydraulického válce 84 tak, aby krouticí momenty v pomaluběžném spojovacím hřídeli 4 a rychloběžném spojovacím hřídeli 5 měly požadovanou velikost. Natočení převodovky 3, které přitom vznikne, je dáno torzní tuhostí uzavřeného systému hřídelů a obou převodovek.

V neznázorněných provedeních může být u převodovek, které mají průběžné vstupní a výstupní hřídele vystupující z obou čel skříně převodovky, výhodné připojit řemenový převod například
 20 ke konci rychloběžného hřídele 5 vystupujícího ze skříně převodovky na straně odvrácené od druhé zkoušené převodovky. Samozřejmě je možné připojit pohon pro zkoušku převodovek k pomaluběžnému hřídeli namísto k hřídeli rychloběžnému.

V dalším neznázorněném provedení může být zátěžový moment plynule nebo skokově měnitelný
 25 v průběhu zkoušky.

V dalším neznázorněném provedení může být alespoň jeden z kloubů 51 rychloběžného hřídele 5 řešen excentricky nebo v případě použití kardanového hřídele může být vzhledem k protilehlému kloubu natočen jinak, než je běžné u kardanového hřídele, nebo může být na rychloběžném hřídeli
 30 4., který se otáčí nerovnoměrnou úhlovou rychlostí, umístěn setrvačnick, čímž mohou být zkoušené převodovky navíc zatěžovány cyklicky za účelem zjištění jejich únavové odolnosti za jiných podmínek.

Z principu zkoušky vyplývá, že výkon elektromotoru 7, kterým jsou převodovky 2, 3 protáčeny, je při zkoušení využit jen k překonání pasivních odporů proti pohybu pohybujících se částí. Ten je řádově nižší, než výkon přenášený hřídeli 4 a 5. Pokud jsou převodovky 2, 3 ve stejném me-
 35 chanickém stavu a pasivní odpory hřídelů 4 a 5 a převodu 6 jsou zanedbatelné nebo známé, lze z příkonu elektromotoru 7 určit mechanickou účinnost převodovek 2, 3 v závislosti na jejich zatížení.

Zařízení je využitelné i ke zkoušení hřídelových spojek, kloubů, případně kloubových hřídelů. Při zkoušení kloubových hřídelů nebo různoběžných kloubových spojek jsou tyto namontovány
 40 místo kloubového rychloběžného spojovacího hřídele 5. Při zkoušení spojek nebo kloubů, které nejsou vůči sobě úhlově skloněny, lze tyto s výhodou umístit v ose pomaluběžného spojovacího hřídele 4. Je ovšem možné, aby pro zkoušení kloubových hřídelů a spojek byly skříně převodovek 2, 3 vzájemně pootáčeny i kolem jiné osy, než osy pomaluběžného spojovacího hřídele 4. Například pro současné zkoušení čtyř spojek nebo dvou hřídelů může být výhodné, když je osa
 45 vzájemného pootáčení skříní převodovek 2, 3, která je osou společného zavěšení převodovek 2, 3, situována v polovině vzdálenosti obou hřídelů 4, 5. V tomto případě však pomaluběžný spojovací hřídel 4 musí být připojen k výstupním pomaluběžným hřídelům 21, 31 prostřednictvím kloubů obdobně jako rychloběžný spojovací hřídel 5. Popsaná neznázorněná provedení ukazují rozšíření možností, které přináší variabilita zařízení podle technického řešení.

Výše uvedená příkladná provedení slouží především k objasnění technického řešení, jejich účelem není omezit rozsah ochrany daný připojenými nároky na ochranu.

NÁROKY NA OCHRANU

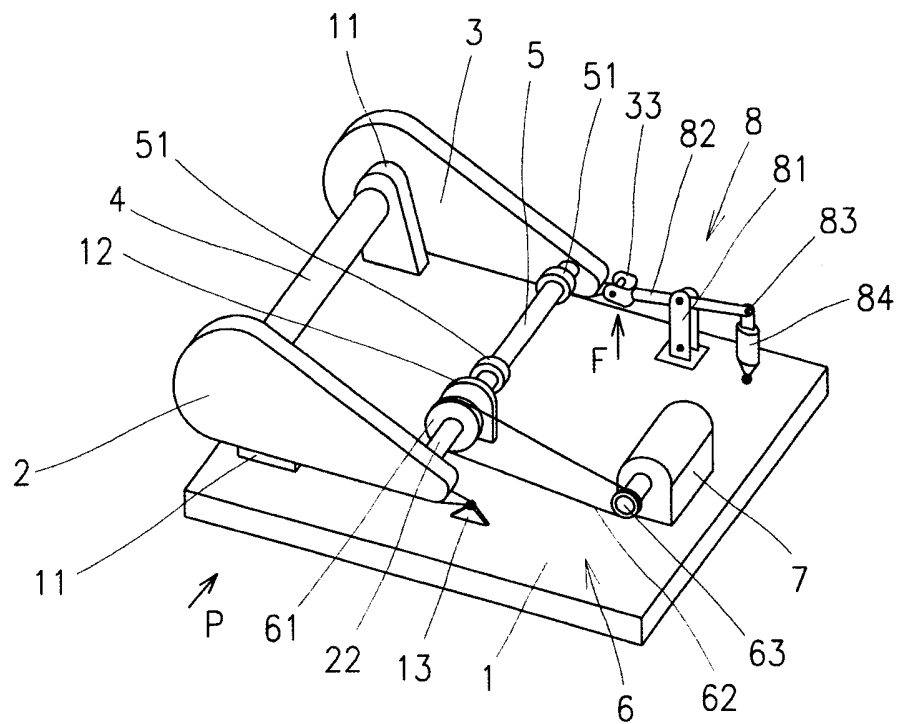
1. Zařízení k zátěžovému zkoušení převodovek (2, 3) v uzavřeném okruhu, zejména k zjištění jejich životnosti, přičemž jejich převodový poměr je vzájemně odlišný a současně odlišný od převodového poměru rovnému jedné, které obsahuje zkušební rám (1), ve kterém jsou zkoušené převodovky (2, 3) uloženy a přivráceny k sobě svými výstupními hřídeli (21, 31, 22, 32), **vyznačující se tím**, že mezi pomaluběžnými výstupními hřídeli (21, 31) převodovek (2, 3) je vložen pomaluběžný spojovací hřídel (4), který je s pomaluběžnými výstupními hřídeli (21, 31) spojen a mezi rychloběžnými výstupními hřídeli (22, 32) převodovek (2, 3) je vložen rychloběžný spojovací hřídel (5), který je s rychloběžnými výstupními hřídeli (22, 32) spojen, přičemž převodovky (2, 3) jsou uloženy vzhledem k sobě přestavitelně otočně kolem osy pomaluběžného spojovacího hřídele (4), přičemž pevná převodovka (2) je vzhledem k zkušebnímu rámu (1) uložena nepohyblivě a pomaluběžný spojovací hřídel (4) je v blízkosti převodovek (2, 3) uložen otočně v ložiskových konzolách (11) pevně spojených s rámem (1) a konec skříně přestavitelné převodovky (3) v blízkosti rychloběžného spojovacího hřídele (5) je sprážen s okem (83) pístnice hydraulického válce (84), jehož těleso je uloženo otočně na rámu (1), přičemž rychloběžný spojovací hřídel (5) obsahuje dva klouby (51), přičemž v oblasti mezi těmito klouby (51) spojovací hřídel (5) obsahuje přímočaře posuvné vzájemné vedení, přičemž je jeden ze spojovacích hřídelů (4, 5) sprážen s hnacím motorem (7), přičemž zařízení obsahuje alespoň jeden snímač vnější síly uspořádaný mezi skříněmi pevné převodovky (2) a přestavitelné převodovky (3).
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že snímač vnější síly je uložen mezi skříní pevné převodovky (2) a zkušebním rámem (1) a/nebo mezi skříní přestavitelné převodovky (3) a zkušebním rámem (1).
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že s hnacím motorem (7) je sprážen rychloběžný kloubový hřídel (5).
4. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že hnací motor (7) je se spojovacím hřídelem (4, 5) sprážen prostřednictvím řemenového převodu (6).

3 výkresy

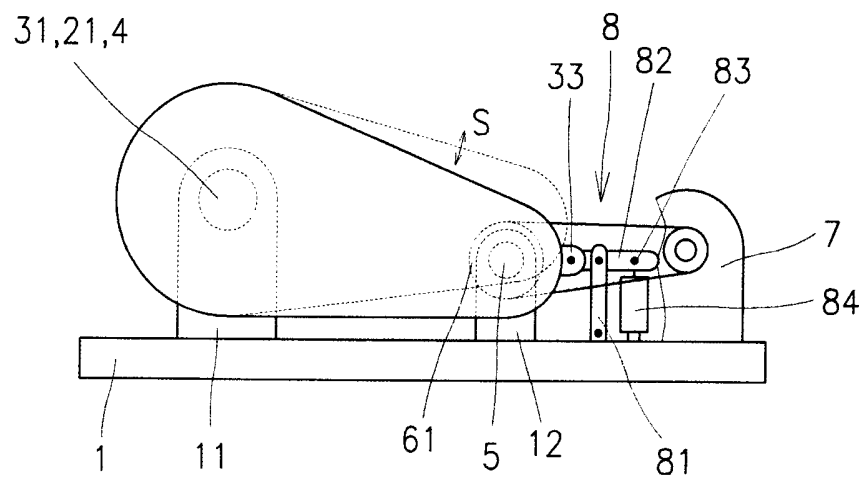
Seznam vztahových značek:

- | | | |
|----|----|--|
| 30 | 1 | rám (zkušebního zařízení) |
| | 11 | ložisková konzola (pomaluběžného spojovacího hřídele 4 upevněná na rámu 1) |
| | 12 | ložisková konzola (rychloběžného výstupního hřídele 32 upevněná na rámu 1) |
| | 13 | upínač (konce převodovky 2 k rámu 1) |
| | 2 | pevná převodovka |
| 35 | 21 | pomaluběžný výstupní hřídel (pevné převodovky 2) |
| | 22 | rychloběžný výstupní hřídel (pevné převodovky 2) |
| | 3 | přestavitelná převodovka |
| | 31 | pomaluběžný výstupní hřídel (přestavitelné převodovky 3) |
| | 32 | rychloběžný výstupní hřídel (přestavitelné převodovky 3) |
| 40 | 33 | oko (skříně převodovky 3) |
| | 4 | pomaluběžný spojovací hřídel |
| | 5 | rychloběžný spojovací hřídel |
| | 51 | hřídelový kloub (rychloběžného spojovacího hřídele 5) |
| | 6 | řemenový převod |
| 45 | 61 | hnaná řemenice (řemenového převodu 6) |
| | 62 | řemen (řemenového převodu 6) |
| | 63 | hnací řemenice (řemenového převodu 6) |
| | 7 | hnací elektromotor (zkušebního zařízení) |
| | 8 | zátěžové ústrojí |
| 50 | 81 | nosný sloupek (zátěžového ústrojí 8) |
| | 82 | dvojamenná páka (zátěžového ústrojí 8) |

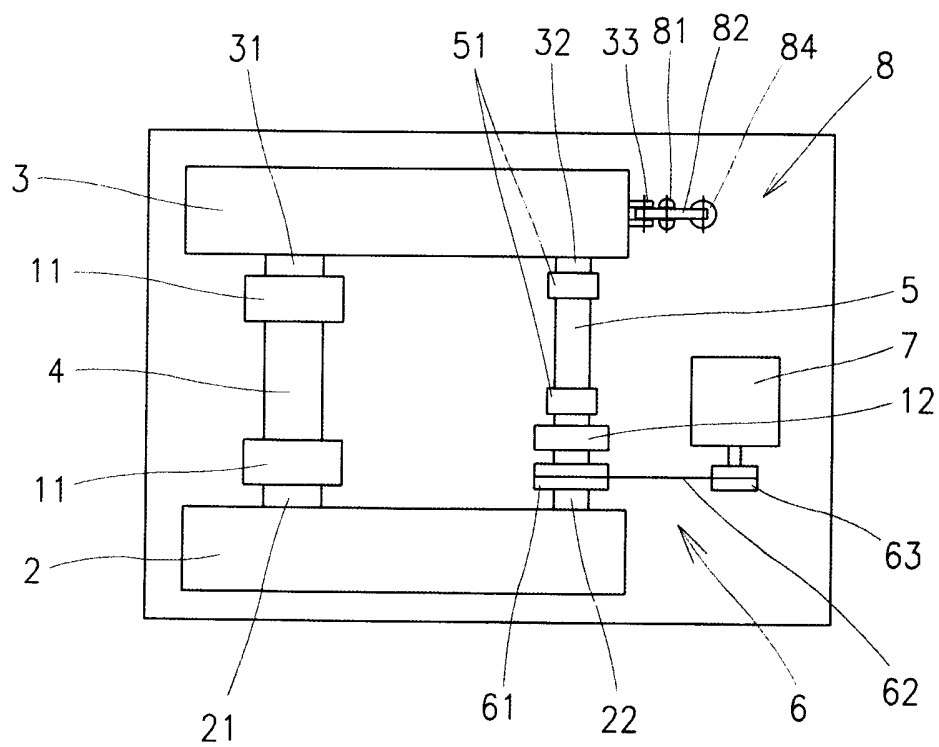
- 83 oko pístnice (hydraulického válce 84)
- 84 hydraulický válec (zátěžového ústrojí 8)
- F vnější síla působící při zkoušce na jednu z převodovek.



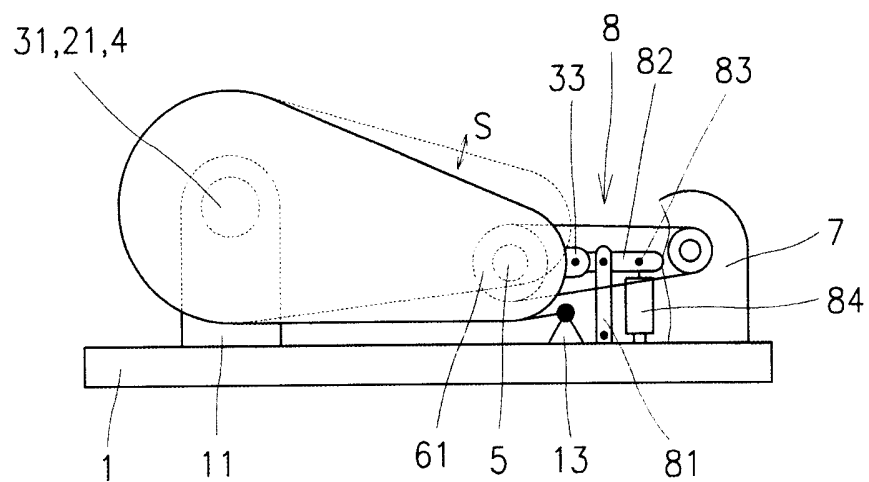
Obr. 1



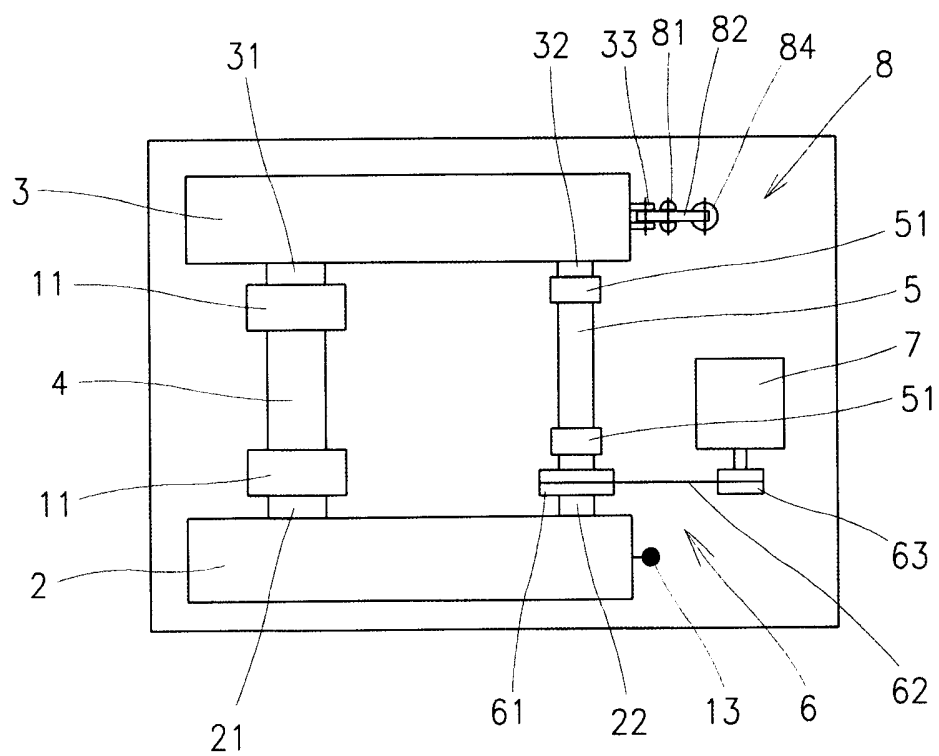
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 2a



Obr. 3a

Konec dokumentu