

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

303 995

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
F16H 3/44 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2008-258**
(22) Přihlášeno: **25.04.2008**
(40) Zveřejněno: **18.11.2009**
(**Věstník č. 46/2009**)
(47) Uděleno: **26.06.2013**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **07.08.2013**
(**Věstník č. 32/2013**)

(56) Relevantní dokumenty:

US 2007149348 A1; GB 1558033 A; DE 37443382 A1; JP 1049739 A; CN 1012265961 A.

(73) Majitel patentu:

SEW EURODRIVE CZ s. r. o., Praha 6 Vokovice, CZ

(72) Původce:

Dolejš Jiří Ing., Trnová, CZ

Pěnkava Josef Doc. Ing. CSc., Plzeň, CZ

(74) Zástupce:

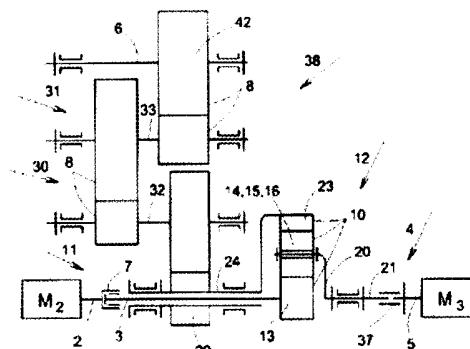
Doc. Ing. Josef Pěnkava CSc., Luďka Píka 13, Plzeň,
30100

(54) Název vynálezu:

**Diferenciální převodové zařízení s
vyrovnávacím ústrojím**

(57) Anotace:

Diferenciální převodové zařízení je řešeno nejméně ze tří převodových stupňů (8), z nichž jeden nebo dva jsou planetovými stupni (10). Hnací členem planetového soukolí (12) je centrální kolo (13). U planetového soukolí (12) s jednoduchými satelity (14, 15, 16) je druhým hnacím členem přídatného pohonu (4) nosič (20) nebo korunové kolo (23), u planetového soukolí s dvojitými satelity (17, 18, 19) je to nosič (20) nebo korunové kolo (23), případně nosič (20) nebo druhé centrální kolo (34). Každý další převodový stupeň (8) v jedné převodové větvi (38) je tvořen záběrem čelních ozubených kol. Diferenciální převodové zařízení je také řešeno se dvěma převodovými větvemi (38, 39). Vyrovnávací ústrojí (11) je vytvořeno především z volného uložení centrálního kola (13), bez ložisek, mezi třemi satelity (14, 15, 16) nebo (17, 18, 19), upevněného na hnacím hřídeli (3), který je spojen pomocí ozubeného spojení (7), s funkční vřetvi, se vstupním hřídelem (2) a dále z valivých uložení hřídelů (53, 54, 55, 56) předloh (30, 31, 49, 50, 51, 52) s axiální provozní vřetvi. Tím je docíleno rovnoměrného větvení výkonu na tři jednoduché satelity (14, 15, 16) a tři dvojité satelity (17, 18, 19) a rovnoměrného rozdělení přenášeného výkonu do obou převodových větví (38, 39). S hnacími motory (M₂, M₃) se dosáhne na výstupních hřídelích (6, 44, 45) plynulé změny otáček a výkonu při proměnném převodovém poměru.



CZ 303995 B6

Diferenciální převodové zařízení s vyrovnávacím ústrojím

Oblast techniky

5

Vynález se týká diferenciálního převodového zařízení s vyrovnávacím ústrojím s planetovým soukolím z čelních ozubených kol se dvěma hřídeli s možností použití v provozech různých průmyslových odvětví při instalování v pomaloběžných výkonových pohonech strojních zařízení.

10

Dosavadní stav techniky

Dosud se ve výkonových soustrojích průmyslových pohonů využívá planetových převodů převážně jen s konstantním, projektově stanoveným, převodovým poměrem nebo s vazbou planetového převodu jakožto převodovky.

15

Diferenciální převodovky s možností změny převodového poměru se projektují a provozují jen zřídka, a to pouze při jejich nízko výkonovém využití. Některé takovéto diferenciální převodovky jsou konstrukčně řešeny jen se samotným planetovým převodem z čelních ozubených kol bez připojení dalších převodových stupňů. Tato konstrukční řešení dosahují svým planetovým převodem minimálních hodnot převodového poměru.

20

Jiné provedení diferenciální převodovky využívá funkce posuvu ozubených kol na druhém hnacím hřídeli, bez vyrovnávacího zařízení.

25

Jednoduché provedení diferenciální převodovky s planetovým převodem pro automatizování u jednoho průmyslového procesu se zaměřuje pouze na obměnu provedení ozubených kol druhého náhonu, opět bez vyrovnávacího zařízení.

30

Pro přenos vyšších výkonů se diferenciálních převodovek užívá v průmyslových pohonech pouze sporadicky. Tato provedení se omezují jen na základní jednoduchý planetový převod, který poskytuje nízké hodnoty převodových poměrů, nepoužívá se připojení čelních převodových stupňů.

35

Diferenciální výkonová převodovka s vyrovnávacím zařízením anebo diferenciální převodovka s rozvětvením přenášeného zatížení do dvou převodových větví s vyrovnávacím zařízením nebyla zjištěna.

40

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky odstraňuje diferenciální převodové zařízení s planetovým soukolím z čelních ozubených kol, s hnacím vstupním hřídelem hlavního pohonu a s hnacím hřídelem přídatného pohonu, které je uspořádáno nejméně ze tří převodových stupňů, a to s vyrovnávacím ústrojím.

45

Hlavní součástí je planetové soukolí, vytvořené z jednoho, nejvíce ze dvou převodových planetových stupňů napojených na vstupní hřídel motoru a hnací hřídel pomocí ozubeného spojení. Jedním planetovým stupněm je tvořeno planetové soukolí s jednoduchými satelity a dvěma planetovými stupni je utvořeno planetové soukolí s dvojitými satelity, a to v provedení epi – hypo nebo

50

epi – epi, bude vysvětleno dále u obr. 4 a obr. 6.

Každý následující převodový stupeň v jedné nebo dvou převodových větvích je tvořen čelním převodem ozubených kol, která jsou upevněna na předlohách.

Hřídel přidavného pohonu je pomocí pružné spojky připojen k nosiči satelitů nebo ke korunovému kolu, případně při provedení epi – epi k druhému centrálnímu kolu.

5 Základními členy planetového soukolí s jednoduchými satelity jsou centrální kolo, nosič satelitů a korunové kolo s vnitřním ozubením. S centrálním kolem a korunovým kolem zabírají pouze jen tři vložené satelity o stejných průměrech z čelních ozubených kol.

10 Základními členy planetového soukolí s dvojitými satelity jsou centrální kolo, nosič satelitů, korunové kolo nebo druhé centrální kolo a satelity, opět pouze v počtu tří, sestávající ze dvou čelních ozubených kol většího a menšího průměru, při provedení epi – hypo s druhým centrálním kolem ve tvaru korunového kola s vnitřním ozubením a při provedení epi – epi s druhým centrálním kolem s vnějším ozubením.

15 Před jedním z hnacích členů planetového soukolí nebo před jedním z hnacích členů přidavného pohonu lze připojit předřazený stupeň z čelních ozubených kol.

Všechna uvedená čelní ozubená kola s trvalým záběrem ozubení jsou provedena s jednoduše šikmým ozubením.

20 Při současném pohonu hlavním hnacím motorem M_2 a motorem M_3 přidavného pohonu s plynule měnitelnými otáčkami a příkonem se dosáhne na hnaném výstupním hřídeli plynulé změny otáček a výkonu a velkého rozsahu plynule proměnného převodového poměru.

25 Důležitou komponentou diferenciálního převodového zařízení je vyrovnávací ústrojí, které sestává z volného uložení centrálního kola mezi satelity, bez použití ložisek. Centrální kolo je upevněno na hnacím hřídeli, který je spojen se vstupním hřídelem pomocí ozubené spojky s funkční vůlí a je axiálně opřen o čelní plochu vstupního hřídele. Vyrovnávací ústrojí sestává dále z napojení hřídele motoru M_3 pomocí pružné spojky s vůlemi s hřídelem nosiče satelitů nebo s hřídelem korunového kola a z hřidelů předloh uložených ve dvouřadých soudečkových naklápěcích ložiskách s axiální provozní vůlí.

30

Přehled obrázků na výkresech

35 Diferenciální převodové zařízení s vyrovnávacím ústrojím dle vynálezu pro velké přenášené výkony je znázorněno v půdorysném pohledu při odkrytém víku převodové skříně formou neomezujících příkladů provedení.

Na obr. 1, 3, 4, 5a, 5b, 6 a 7 jsou uvedena kinematická schémata sestav.

40 Hřídele, ozubená kola s jednoduše šikmým ozubením a kluzná ložiska jsou znázorněna jen schematicky.

45 Obr. 2a, 8, 9a a 9b jsou uvedeny v projektovém provedení, obr. 2b v konstrukčním řešení. Obr. 1, 2a, 2b, 3, 8, 9a, 9b zobrazují diferenciální převodové zařízení s planetovým soukolím s jednoduchými satelity.

Obr. 4, 5a a 5b představují diferenciální převodové zařízení s planetovým soukolím s dvojitými satelity v provedení epi – hypo a obr. 6 a 7 s dvojitými satelity v provedení epi – epi.

50 Obr. 8, 9a a 9b uvádějí diferenciální převodové zařízení s rozvětvením do dvou převodových větví 38, 39 v projektovém řešení.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je na kinematickém schématu zobrazeno výkonové diferenciální převodové zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11 s jeho hlavní součástí planetovým soukolím 12, které je řešeno s jedním planetovým stupněm 10, a to planetovým soukolím 12 s jednoduchými satelity 14, 15, 16. Celá sestava je vytvořena dalšími třemi převodovými stupni 8.

Na vstupní hřídel 2 motoru M_2 je připojen pomocí ozubeného spojení 7, s funkční vůlí, hnací hřídel 3 planetového soukolí 12, připojení viz blíže při popisu vyrovnávacího ústrojí. Planetové soukolí 12 je tvořeno základními členy, kterými jsou současně rotující centrální kolo 13, nosič 20, tři jednoduché satelity 14, 15, 16, které jsou ve stálém záběru ozubení s centrálním kolem 13 s vnějším ozubením a s korunovým kolem 23 s vnitřním ozubením. Hnacím členem planetového soukolí 12 je centrální kolo 13 upevněné na prodlouženém hnacím hřídeli 3. Toto uložení centrálního kola 13 je aplikováno i u dále uvedených koncepcí na obrázcích. Druhým hnacím členem diferenciálního převodového zařízení je nosič 20 s hřídelem 21 nosiče 20, který tvoří přídavný pohon 4 s hnacím motorem M_3 , připojeným pomocí pružné spojky 37, s vůlemi, ke hřídeli 5 přídavného pohonu 4.

Hnacím členem planetového soukolí 12 je korunové kolo 23 s trubkově prodlouženým hřídelem 24 korunového kola 23, na kterém je upevněno náhonové kolo 29.

Přes následující převodové stupně 8, realizované v jedné převodové větvi 38, které jsou tvořeny čelními převody ozubených kol, upevněnými na předlohách 30, 31 je výkonový tok převeden hnacím kolem 42 na hnací výstupní hřídel 6.

Všechna čelní ozubená kola planetového stupně 10 a převodových stupňů 8 opatřená jednoduše šikmým ozubením, jsou v trvalém záběru ozubení.

Hnací motor M_2 a hnací motor M_3 přídavného pohonu 4 mají plynule měnitelné otáčky a plynulou změnu příkonu a tím je dosaženo požadovaných plynule proměnných otáček a výkonu odváděného hnacím výstupním hřídelem 6 při současné plynule proměnné velikosti převodového poměru.

Významným přínosem pro diferenciální převodové zařízení je vyrovnávací ústrojí 11, vytvořené vstupním hřídelem 2, který je spojen s hnacím hřídelem 3 pomocí ozubeného spojení 7, s funkční vůlí, na obr. 1 zobrazené jen schematicky, na dalším obr. 2b konstrukčně. Tato vůle umožňuje centrálnímu kolu 13, upevněnému na hnacím hřídeli 3, volné uložení centrálního kola 13, bez ložisek, kterého je dosaženo uložení mezi třemi jednoduchými satelity 14, 15, 16. U prodloužené délky hnacího hřídele 3 s centrálním kolem 13, také na obr. 4, procházejícím bez vedení hřídelem 24 korunového kola 23 s upevněným náhonovým kolem 29, je možno využít torzní pružnosti hnacího hřídele 3.

Pomocí vyrovnávacího ústrojí 11 se dosáhne rovnoměrného rozdělení výkonového toku na jednotlivé jednoduché satelity 14, 15, 16.

Další součástí vyrovnávacího ústrojí 11 je napojení hřídele 5 přídavného pohonu 4 pružnou spojkou 37, s vůlemi, k hřídeli 21 nosiče 20, a dále hřídele 32, 33 předloh 30, 31 a výstupní hřídel 6 svým valivým uložením s axiální provozní vůlí. To může být provedeno např. dvouřadovými soudečkovými naklápěcími ložisky, která jsou na obr. 1 zakreslena jen schematicky.

Zvýšenou pohyblivostí volného uložení centrálního kola 13 a soustavy členů se také docílí spolehlivého, jednoznačného určení sil v jednotlivých záběrech ozubených kol. To lze prokázat podle teorie vazbové závislosti výpočtovou metodou pomocí rovnice pro určení stupně volnosti prostorové soustavy, kterou diferenciální převodové zařízení představuje. Koncepce diferenciálního převodového zařízení na obr. 1 vede na koaxiální provedení hnacího vstupního hřídele 2 motoru

M_2 a hřídele 5 přídatného pohonu 4 s motorem M_3 . Hnací motor M_2 a hnací motor M_3 přídatného pohonu 4 mají plynule měnitelné otáčky a příkon a tím se dosáhne plynulé změny otáček a výkonu odváděného hnaným výstupním hřídelem 6 při plynule proměnném převodovém poměru.

- 5 Výstupního hřídele 6 může být použito k zapojení jednoho hnaného stroje na jedné nebo druhé výstupní straně nebo k současnému zapojení dvou hnaných strojů, a to na obou stranách převodové skříně 1 .

- 10 Volbou počtu předloh 30 , 31 s upevněnými převodovými stupni 8 čelních ozubených kol s jednoduše šikmým ozubením se dosáhne požadovaného vyššího převodového poměru a jejich umístěním v půdorysné ploše větší odlehlosti vstupního hřídele 2 s motorem M_2 , případně hřídele 5 přídatného pohonu 4 s motorem M_3 od výstupního hřídele 6 s hnaným strojem, při možnosti projektového vytvarování převodové skříně 1 do většího délkového rozměru.

- 15 Obr. 2a předkládá projektově zpracovaný návrh diferenciálního převodového zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11 s planetovým soukolím 12 s jednoduchými satelity 14 , 15 , 16 v jedné převodové větvi 38 a je doplněn obr. 2b s výřezem detailního konstrukčního vypracování planetového soukolí 12 .

- 20 V popisu obr. 2a, případně obr. 2b jsou uvedeny v dalším jen odlišnosti provedení oproti koncepci na obr. 1.

- 25 Na obr. 2a a obr. 2b je nakreslen zrcadlový obraz obr. 1 nyní s vyvedením vstupního hřídele 2 na pravou stranu převodové skříně 1 a hřídele 5 přídatného pohonu 4 na levou stranu převodové skříně 1 .

Planetové soukolí 12 na obr. 2a a obr. 2b je řešeno při rotujícím hnacím centrálním kolu 13 , s přídatným pohonem 4 korunového kola 23 a hnaným nosičem 20 .

- 30 Dále je ukázáno konstrukční sestavení pohonu ze strany vstupního hřídele 2 motoru M_2 připojeného pomocí ozubeného spojení 7 k hnacímu hřídeli 3 s ozubeným centrálním kolem 13 z jediného kusu materiálu.

- 35 Obr. 2a zobrazuje projektové řešení, obr. 2b konstrukční řešení přídatného pohonu 4 korunového kola 23 pomocí vstupního hřídele 5 přídatného pohonu 4 pastorkem 28 zabírajícím s vnějším ozubením 27 vypracovaným na vnějším obvodu korunového kola 23 . Pastorek 28 spolu se zabírajícím vnějším ozubením 27 korunového kola 23 tvoří předřazený stupeň 9 , kterým se dosáhlo nejen zvýšení převodového poměru, ale i zvětšení odlehlosti hřídele 5 přídatného pohonu 4 od výstupního hřídele 6 se dvěma hřídelovými konci. Náhonové kolo 29 je nyní upevněno na hřídeli 21 nosiče 20 .

- 45 Řešení vyrovnávacího ústrojí 11 diferenciálního převodového zařízení je na obr. 2b zakresleno konstrukčním provedením volného uložení centrálního kola 13 , bez ložisek, mezi třemi jednoduchými satelity 14 , 15 , 16 . Hnací hřídel 3 spolu s centrálním kolem 13 je spojen se vstupním hřídelem 2 pomocí ozubeného spojení 7 , vypracovaného jako spojkové ozubení. Hnací hřídel 3 je axiálně opřen svým bombírovaným čelem 61 o čelní plochu vstupního hřídele 2 a současně je axiálně zajištěn čelně přišroubovaným opěrným kroužkem 46 , ke vstupnímu hřídeli. Součástí vyrovnávacího ústrojí 11 jsou dále valivá uložení hřídelů předloh 30 , 31 s dvouřadovými soudečkovými naklápěcími ložisky s axiální provozní vůlí.

- 50 Na obr. 2b je také ukázáno vytvarování nosiče 20 spolu s hřídelem 21 nosiče 20 , z jednoho kusu materiálu, kde nosič 20 je dělený a s přišroubovanou přírubou 22 je zajištěn kolíky. Korunové kolo 23 je též konstrukčně řešeno jako dělené, jeho čela 25 , 26 jsou k němu ze stran přišroubována a zakolíkována. Čelo 25 je rotačně uloženo na hřídeli 21 nosiče 20 a druhé čelo 26 je rotačně

uloženo na přírubě 22 nosiče 20. Uložení jsou provedena pomocí dvouřadových soudečkových naklápečích ložisek.

5 Projektové řešení na obr. 2a dosahuje při vyšším převodu větší odlehlosti vstupního hřídele 2 a hřídele 5 přídatného pohonu 4 od výstupního hřídele 6.

10 Obr. 3 je kinematickým schématem diferenciálního převodového zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11 s planetovým soukolím 12 s jednoduchými satelity 14, 15, 16, kde hnacími členy jsou centrální kolo 13 a korunové kolo 23 a hnaným členem nosič 20, s dále uvedenými změnami oproti obr. 1.

15 Obr. 3 předkládá řešení pro požadovaný nižší převodový poměr. Proto je diferenciální převodové zařízení sestaveno s jedním planetovým stupněm 10 a jen s jedním převodovým stupněm 8 z čelních ozubených kol.

Již zmíněnou změnou je řešení přímého náhonu korunového kola 23 hřídelem 5 přídatného pohonu 4, jenž je připojen ke hřídeli 24 korunového kola 23 pomocí pružné spojky 37, s vůlemi. Náhonové kolo 29 je nyní upevněno na hřídeli 21 nosiče 20.

20 Uložení jednoduchých satelitů 14, 15, 16 na nosiči 20 je obměněno, jsou upevněny na hřídelích 35, které jsou uloženy na nosiči 20 s rotační pohyblivostí s axiálním zajištěním. Projektové řešení tohoto kinematického schématu na obr. 3 vede opět na koaxiální uspořádání vstupního hřídele 2 motoru M₂ a hřídele 5 přídatného pohonu 4 s motorem M₃. Vytvarováním převodové skříně 1 může nyní převažovat šířka nad její délkou.

25 Obr. 4 představuje kinematická schéma diferenciálního převodového zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11 a s planetovým soukolím 12 s dvojitými satelity 17, 18, 19.

V popisu obr. 4 jsou uvedena odlišení oproti koncepci na obr. 1.

30 Planetové soukolí 12 je realizováno dvěma planetovými stupni 10 v provedení planetového soukolí 12 s dvojitými satelity 17, 18, 19, nazvaném jako sestavení epi – hypo, viz dále. Tyto dvojitě satelity 17, 18, 19 jsou tvořeny čelními ozubenými koly o větším a menším průměru, z nichž větší ozubené kolo s vnějším ozubením je v trvalém záběru s centrálním kolem 13 rovněž s vnějším ozubením, kde jejich záběr lze nazvat dle kinematicko–geometrických podmínek valení (odvalování polodií) jako epicykloidní. Druhé menší ozubené kolo s vnějším ozubením je v trvalém záběru s korunovým kolem 23 s vnitřním ozubením, který nazýváme dle kinematicko–geometrických podmínek valení (odvalování polodií) jako hypocykloidní. Těmito trvalými záběry jsou tedy vytvořeny kinematicko–geometrické podmínky pro vznik epicyklo – hypocykloidního planetového soukolí 12. Proto je použito pro tento typ planetového soukolí 12 zkráceného označení epi – hypo.

45 Hnacími členy planetového soukolí 12 s dvojitými satelity 17, 18, 19 jsou centrální kolo 13 a nosič 20, hnaným členem je korunové kolo 23.

Vyrovnávací ústrojí 11 je podobné v provedení na obr. 1, je vytvořeno základním volným uložením centrálního kola 13 nyní mezi třemi dvojitými satelity 17, 18, 19, dále je blíže popsáno u obr. 1.

50 U delšího vytvarování hnacího hřídele 3 s centrálním kolem 13, procházejícím bez vedení hřídelem 24 korunového kola 23 s upevněným náhonovým kolem 29, je možno využít torzní pružnosti hnacího hřídele 3.

55 Umístěním pouze jedné předlohy 30 a hnaného výstupního hřídele 6 na obr. 4 je dána možnost tvarovat převodovou skřín 1 spíše do její šířky.

Připojením např. dalších dvou převodových stupňů 8 na předlohách 31, 32, dostaneme šestistupňové diferenciální převodové zařízení s převodovou skříní 1, kterou by bylo možno projektovat plošně do šířky nebo do délky, viz také obr. 5a.

5

Na obr. 5a je vytvořeno diferenciální převodové zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11, s umístěním předřazeného stupně 9 v přidavném pohonu 4, se dvěma ozubenými koly s vnějším ozubením, a s planetovým soukolím 12 s dvojitými satelity 17, 18, 19 v provedení epi – hypo, blíže v popisu obr. 4.

10

Hnacími členy planetového soukolí 12 je centrální kolo 13 s hnacím hřídelem 3 a korunové kolo 23 druhého planetového stupně 10, které je součástí přidavného pohonu 4. Hnaným členem planetového soukolí 12 je nosič 20 ve spojení s hřídelem 21 nosiče 20, na kterém je připevněno náhonové kolo 29.

15

Přídavný pohon 4 může být řešen, jak je ukázáno na obr. 5a, pomocí hnacího motoru M_3 s hnacím hřídelem 5 a s pastorkem 28 zabírajícím s připojeným ozubeným kolem na hřídeli 24 korunového kola 23. Pastorek 28 spolu s připojeným ozubeným kolem na hřídeli 24 korunového kola 23 tvoří předřazený stupeň 9.

20

Na alternativním detailním obr. 5b je zobrazeno analogické provedení s obr. 2a, 2b se vstupním hřídelem 5 přidavného pohonu 4a s pastorkem 28, zabírajícím s vnějším ozubením 27, vypracovaným na vnějším obvodu korunového kola 23. Pastorek 28 spolu s vnějším ozubením 27 korunového kola 23 tvoří předřazený stupeň 9.

25

Vzhledem k umístění hnacího motoru M_2 a motoru M_3 přidavného pohonu 4 na stejné straně převodové skříně 1 může být také využito předřazeného stupně 9 pro zvětšení jejich vzájemné odlehlosti.

30

Připojených předloh 30, 31 je zde použito k dosažení potřebného vyššího převodového poměru, celkově je použito dvou planetových stupňů 10 a čtyř převodových stupňů 8. Jejich plošného rozmístění je možno využít pro dosažení vhodného tvaru převodové skříně 1 diferenciálního převodového zařízení. U tohoto provedení bylo opět použito důležitého vyrovnávacího ústrojí 11, blíže jeho popis na obr. 1 a obr. 2b.

35

Obr. 6 podává ve svém kinematickém zobrazení diferenciálního převodového zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11 koncepci s planetovým soukolím 12 s dvojitými satelity 17, 18, 19, a to v provedení epi – epi, blíže viz dále.

40

V dalším popisu jsou uvedeny odkazy a odlišnosti vztahující se k obr. 5a.

45

Tři dvojitě satelity 17, 18, 19 jsou vytvořeny z čelních ozubených kol o větším a menším průměru, z nichž větší ozubené kolo s vnějším ozubením je v trvalém záběru s centrálním kolem 13 s vnějším ozubením, druhé menší ozubené kolo s vnějším ozubením je v trvalém záběru s druhým centrálním kolem 34 také s vnějším ozubením. Těmito oběma stálými záběry jsou opět naplněny epicykloidní kinematicko–geometrické podmínky valení (odvalování polodií) a tudíž lze planetové soukolí 12 nazvat jako tzv. epicyklo–epicykloidní planetové soukolí 12, které můžeme opět zkráceně označit jako epi – epi.

50

Hnací čelem planetového soukolí 12 je centrální kolo 13 a nosič 20, hnaným členem druhé centrální kolo 34. Na hřídeli 5 přidavného pohonu 4 a na hřídeli 21 nosiče 20 je umístěn předřazený stupeň 9, který zvyšuje převodový poměr a současně zvětšuje osovou vzdálenost mezi hřídelem 5 přidavného pohonu 4 s motorem M_3 a výstupním hřídelem 6.

Diferenciální převodové zařízení je osazeno čelními ozubenými koly pouze s vnějším ozubením čili bez ozubení vnitřního, které je výrobně náročnější.

5 Vyrovnávací ústrojí 11 je vytvořeno shodně s popisem u obr. 1 a v dílčím konstrukčním řešení na obr. 2b.

10 K hřídeli druhého centrálního kola 34 planetového soukolí 12 je pevně připojeno náhonové kolo 29 a jako celek jsou rotačně uloženy pomocí ložisek na hřídeli 21 nosiče 20. Plošné rozmístění hřídele 32 předlohy 30 a hřídele 33 předlohy 31 s převodovými stupni 8 na obr. 6 vede na tvarování převodového skříně 1 více do délky s využitím, uvedeným také v popisu u obr. 1.

15 Obr. 7 znázorňuje diferenciální převodové zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11, kde planetové soukolí 12 s dvojitými satelity 17, 18, 19 je řešeno v provedení epi – epi s hnacím centrálním kolem 13 od motoru M₂ a s hnacím přidavným pohonem 4, vytvořeným jako přímý náhon od motoru M₃ na druhé centrální kolo 34. Hnaným členem planetového soukolí 12 je nosič 20.

20 Ve schematickém zobrazení je ukázána varianta řešení rotačně uložených hřídelů 36 dvojitých satelitů 17, 18, 19 na nosiči 20. K obdobnému uložení hřídelů 35 jednoduchých satelitů 14, 15, 16 byla již uvedena zmínka u obr. 3.

25 V této koncepci je použito ozubených kol jen s vnějším ozubením, a to při jejich minimálním počtu. Z hlediska půdorysného plošného rozložení převodových stupňů 8 na předlohách 32 a 33 a s ohledem na umístění výstupního hřídele 6 s upevněným hnaným kolem 42 se uplatní vytváření převodové skříně 1 spíše v šířce provedení.

Na obr. 8 je vytvořeno diferenciální převodové zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11 se dvěma převodovými větvemi 38, 39 uspořádanými v projektovém provedení.

30 Vyrovnávací ústrojí 11 je utvořeno analogicky s obr. 2a, 2b, kde je uvedeno také jeho detailní popsání.

Všechna čelní ozubená kola jsou v trvalém záběru svého ozubení.

35 Základní komponentou zůstává planetové soukolí 12 s jednoduchými satelity 14, 15, 16 s hnacím centrálním kolem 13. Vstupní hřídel 2 je připojen k hnacímu hřídeli 3 centrálního kola 13 opět ozubeným spojením 7, s funkční vůlí, popis u obr. 2b. Druhým hnacím členem je korunové kolo 23 s hřídelem 5 přidavného pohonu 4 s pastorkem 28 zabírajícím s vnějším ozubením 27 korunového kola 23, tím je vytvořen předřazený stupeň 9, obdobně s obr. 2a a 2b.

40 Hnaným členem je nosič satelitů 20, kde na hřídel 21 nosiče 20 je upevněno náhonové kolo 29. Toto je v současném, trvalém záběru v horizontální rovině se dvěma vloženými koly 40, na jednoduchých předlohách 49 rotačně uložených, tvořících s náhonovým kolem 29 převodový rozdojovací stupeň 57 pro dvě převodové větve 38, 39.

45 Na obr. 8 je dále zobrazen v první převodové větvi 38 záběr vloženého kola 40, pevně uloženého na hřídeli 53 jednoduché předlohy 49, s hnaným kolem 42 výstupního hřídele 44 a v druhé převodové větvi 39 záběr dalšího vloženého kola 40, vhodně rotačně uloženého na hřídeli 5 přidavného pohonu 4, s vloženým kolem 41, pevně uloženým na hřídeli 54 jednoduché předlohy 49, které zabírá s hnaným kolem 43 uloženým na výstupním hřídeli 45. Korunové kolo 23 je konstrukčně řešeno jako dělené, jak bylo ukázáno a popsáno u obr. 2a, 2b.

50 Projektovým návrhem bylo dosaženo velkého zvětšení odlehlosti obou hnaných výstupních hřídelů 44, 45 pomocí vložených kol, neovlivňujících celkový převodový poměr. Tímto uspořádáním byl také získán požadovaný převodový poměr v jedné převodové větvi 38 a v druhé převodové větvi 39 se shodnými hodnotami.

Při plynule měnitelných otáčkách a příkonu hnacích motorů M_2 , M_3 je dosaženo plynulé změny otáček a výkonu na výstupních hřídelích 44, 45 převodových větví 38, 39 při plynule proměnných převodových poměrech.

5

Výstupní hřídele 44, 45 mohou být vypracovány s jedním nebo se dvěma hřídelovými konci, což umožňuje připojení dvou hnaných strojů na jednom z hřídelových konců jednoho z hřídelů 44, 45 po jedné nebo druhé straně převodové skříně 1.

10

Na obr. 9a a 9b je uvedeno projektové provedení diferenciálního převodového zařízení s vyrovnávacím ústrojím 11 se dvěma převodovými větvemi 38, 39, s určitými modifikacemi oproti obr. 8.

15

Obr. 9a zobrazuje část půdorysného pohledu na diferenciální zařízení s planetovým soukolím 12 s převodovou větví 38 a obr. 9b připojuje zbývající část druhé převodové větve 39.

Cílem tohoto projektu je dosáhnout velkého zvětšení odlehlosti mezi oběma výstupními hřídeli 44, 45.

20

U pohonu centrálního kola 13 je využito předřazeného stupně 9, který sestává ze vstupního kola 58 připevněného na vstupním hřídeli 2 motoru M_2 , z vestavěného kola 59, pevně uloženého na předloze 49 převodové větve 38, a z mezikola 47 opatřeného vnitřním spojkovým ozubením.

25

Vyrovnávací ústrojí 11 sestává dále z volného uložení centrálního kola 13, bez ložisek, mezi třemi jednoduchými satelity 14, 15, 16, vypracovaného z jednoho kusu materiálu s hnacím hřídelem 3, který je spojen pomocí ozubeného spojení 7, realizovaného vnějším spojkovým ozubením s funkční vůlí, s mezikolem 47. Hnací hřídel 3 je axiálně opřen o čelně přišroubovanou příložku 48 k mezikolu 47 a je axiálně zajištěn osovým zajišťovacím šroubem 60 příločky 48. Součástí vyrovnávacího ústrojí jsou dále valivá uložení předloh 49, 50, 51, 52 s dvouřadovými soudečkovými naklápěcími ložisky s axiální provozní vůlí.

30

Projektové zpracování planetového soukolí 12 s hřídelem 5 přídatného pohonu 4 je analogické s obr. 8.

35

Převodový rozdvójovací stupeň 57 je tvořen náhonovým kolem 29, upevněným na nosiči 20, se současnými záběry se dvěma vloženými koly 40, rotačně uložených, a to s jedním vloženým kolem 40 na předloze 49 první převodové větve 38 a s druhým vloženým kolem 40 na hřídeli 5 přídatného pohonu 4 ve druhé převodové větvi 39. Pro rotační uložení vloženého kola 41 je vhodně využito vstupního hřídele 2 v převodové větvi 38.

40

Dále jsou připojeny předlohy 50, 51, 52 s převodovými stupni 8 v obou převodových větvích 38 a 39.

45

Hnaná kola 42, 43 jsou opět pevně nasazena na výstupních hřídelích 44, 45 v převodových větvích 38, 39. Součástí vyrovnávacího ústrojí 11 jsou i hřídele 53, 54, 55, 56 předloh 49, 50, 51, 52 a výstupní hřídele 44, 45, svým uložením ve valivých ložiskách s axiální provozní vůlí.

50

Tímto celkovým uspořádáním je dosaženo vysokého plynule proměnného převodového poměru se shodnými hodnotami v převodových větvích 38, 39 při plynulých změnách otáček a výkonu na vstupu a výstupu diferenciálního zařízení. Je tak dosaženo potřebné odlehlosti vstupního hřídele 2 od výstupního hřídele 44, a dále hřídele 5 přídatného pohonu 4 od výstupního hřídele 45, a současně výrazné vzájemné odlehlosti výstupních hřídelů 44, 45 převodových větví 38, 39, což ovšem vede na velkou délku převodové skříně 1.

Vstupní hřídel 2 motoru M_2 a hřídel 5 přídatného pohonu 4 motoru M_3 a výstupní hřídele 44, 45 mohou být vypracovány s oboustrannými hřídelovými konci. To může být vhodně využito pro potřebné připojení hnacích motorů M_2 , M_3 a umístění současně zapojených hnaných strojů na jedné či druhé straně převodové skříně 1, v různých variantách jejich ustavení.

5

Průmyslová využitelnost

Diferenciálního převodového zařízení z čelních ozubených kol s vyrovnávacím ústrojím s vestavěným planetovým soukolím je možno využít v různých průmyslových rezortech, odvětvích, a to v pohonech strojních agregátů, kde je potřeba pro provoz zajistit velké výkonové zatížení při plynule proměnlivých vstupních i výstupních parametrech otáček a výkonu.

Příkladem takových průmyslových agregátů to mohou být pohony v soustrojích těžkého strojírenství, hutního průmyslu u licích konvertorů, zdvihacích ústrojí velkých jeřábů a výtahů apod.

20

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Diferenciální převodové zařízení s planetovým soukolím z čelních ozubených kol s jedním hnacím hřídelem s centrálním kolem a s druhým hnacím hřídelem, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je uspořádáno nejméně ze tří převodových stupňů (8), a to s planetovým soukolím (12), vytvořeným z jednoho, nejvíce ze dvou planetových stupňů (10), umístěným na hnacím hřídeli (3), přičemž jedním planetovým stupněm (10) je tvořeno planetové soukolí (12) s jednoduchými satelity (14, 15, 16), a dvěma planetovými stupni (10) je utvořeno planetové soukolí (12) s dvojitými satelity (17, 18, 19) v sestavení epi – hypo nebo epi – epi, zatímco hlavními členy planetového soukolí (12), jsou současně rotující centrální kolo (13), nosič (20) jednoduchých satelitů (14, 15, 16), u planetového soukolí (12) s jednoduchými satelity (14, 15, 16) korunové kolo (23) a u planetového soukolí (12) s dvojitými satelity (17, 18, 19) korunové kolo (23) nebo druhé centrální kolo (34), která jsou v trvalém záběru jejich ozubení, přitom je hnacím členem vždy centrální kolo (13), druhým hnacím členem, tvořícím přídatný pohon (4), je nosič (20) nebo korunové kolo (23), nebo druhé centrální kolo (34), kde náhonové kolo (29), které je upevněno na hnaném hřídeli (24) korunového kola (23) nebo na hnaném hřídeli (21) nosiče (20), je v trvalém záběru s ozubeným kolem předlohy (30), se kterým je utvořen převodový stupeň (8), kde s jednou a více předlohami (30, 31) s převodovými stupni (8) a s hnaným ozubeným kolem (42) výstupního hřídeli (6) je sestavena jedna převodová větev (38), anebo je náhonové kolo (29) v současném, trvalém záběru v dělicí rovině se dvěma vloženými koly (40), se kterými je utvořen převodový rozdvojovací stupeň (57) pro sestavení dvou převodových větví (38, 39), z nichž každá převodová větev (38, 39) je tvořena jednou a více předlohami (49, 50, 51, 52) s vloženými koly (40, 41), vstupním hřídelem (2) a hřídelem (5) přídatného pohonu (4) s vloženým kolem (40) s předlohami (50, 51, 52) s převodovými stupni (8), jež jsou v záběru s jedním hnaným kolem (42) nebo se dvěma hnanými koly (42, 43) výstupních hřídelů (44, 45) a kde všechna čelní ozubená kola jsou provedena s jednoduše šikmým ozubením, a to při vytvoření vyrovnávacího ústrojí (11), které je sestaveno z volného uložení centrálního kola (13) bez ložisek, mezi třemi jednoduchými satelity (14, 15, 16) nebo dvojitými satelity (17, 18, 19), upevněného na hnacím hřídeli (3), jenž je se vstupním hřídelem (2) spojen pomocí ozubeného spojení (7) s funkční vůlí nebo je ke vstupnímu hřídeli (2) připojen přes mezikolo (47), s axiálním zajištěním, vestavěné kolo (59) s axiální vůlí a vstupní kolo (58) při rovnoměrném dělení výkonu na jednotlivé jednoduché satelity (14, 15, 16) nebo dvojitě satelity (17, 18, 19), další součástí vyrovnávacího ústrojí (11) je napojení hřídele (5) přídatného pohonu (4) pomocí pružné spojky (37) s vůlemi, a to s hřídelem (21) nosiče (20) nebo s hřídelem (24) korunového kola (23), a dále hřídele (32, 33) předloh (30, 31) nebo hřídele (53, 54, 55, 56) předloh (49, 50, 51, 52) a výstupní hřídele (6, 44, 45), osazené valivým uložením

55

s axiální provozní vůlí, přičemž vytvořením dvou převodových větví (38, 39) je dosaženo rovnoměrného větvení výkonu do každé z větví (38, 39) při jednoznačném určení sil v záběrech ozubených kol.

- 5 **2.** Diferenciální převodové zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že je připojen předřazený stupeň (9) před centrálním kolem (13) planetového soukolí (12) nebo před jedním z hnacích členů přídavného pohonu (4), kde předřazený stupeň (9) je tvořen dvěma ozubenými koly v trvalém záběru, pastorkem (28) a přídavným kolem s vnějším ozubením nebo pastorkem (28) a vnějším ozubením (27) vypracovaným na obvodu korunového kola (23) a nebo třemi a více ozubenými koly se vstupním kolem (58), s vestavěným kolem (59) a mezikolem (47).
- 10 **3.** Diferenciální převodové zařízení podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že planetové soukolí (12) s jednoduchými satelity (14, 15, 16) je tvořeno jedním planetovým stupněm (10), s centrálním kolem (13) s vnějším ozubením na hnacím hřídeli (3), sestaveným vždy v počtu tří jednoduchých satelitů (14, 15, 16) s jednoduše šikmým vnějším ozubením stejného průměru, vložených mezi centrální kolo (13) a korunové kolo (23) s vnitřním ozubením, uložených na nosiči (20) s rotační pohyblivostí.
- 15 **4.** Diferenciální převodové zařízení podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že planetové soukolí (12) s dvojitými satelity (17, 18, 19) je tvořeno dvěma planetovými stupni (10), s centrálním kolem (13) s vnějším ozubením na hnacím hřídeli (3), sestavenými vždy v počtu tří dvojitých satelitů (17, 18, 19) s jednoduše šikmým vnějším ozubením, většího a menšího průměru vzájemně spojených hřídeli (36) satelitů (17, 18, 19) vložených při sestavení epi – hypo mezi centrální kolo (13) jednoho planetového stupně (10) a korunové kolo (23) s vnitřním ozubením druhého planetového stupně (10) a při sestavení epi – epi mezi centrální kolo (13) jednoho planetového stupně (10) a druhé centrální kolo (34) s vnějším ozubením dalšího planetového stupně (10), kde dvojitě satelity (17, 18, 19) jsou uloženy na nosiči (20) s rotační pohyblivostí.
- 20 **5.** Diferenciální převodové zařízení podle nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že ke vstupnímu hřídeli (2) a k hřídeli (5) přídavného pohonu (4) jsou připojeny hnací motory (M_2) a (M_3), s plynule měnitelnými otáčkami a příkonem, a k jednomu nebo dvěma hnaným výstupním hřídelům (6, 44, 45) jsou napojeny jeden nebo dva hnané stroje, v jedné nebo ve dvou převodových větvích (38, 39), při plynulé změně otáček a výkonu motorů (M_2) a (M_3) je dosaženo plynule proměnných převodových poměrů na výstupních hřídelích (6, 44, 45), přičemž jsou na hřídelích motorů (M_2) a (M_3) nainstalovány blokové brzdící mechanismy, kde po zabrzdění vstupního hřídele (2) nebo hřídele (5) přídavného pohonu (4) je diferenciální převodové zařízení provozováno jako převodovka.
- 25 **6.** Diferenciální převodové zařízení podle nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že u vyrovnávacího ústrojí (11) je ozubené spojení (7) s axiálním zajištěním vytvořeno spojčkovým ozubením a přitom je hnací hřídel (3) axiálně opřen svým bombírovaným čelem (61) o vypracovanou čelní plochu vstupního hřídele (2) a současně je axiálně zajištěn čelně přišroubovaným opěrným kroužkem (46) ke vstupnímu hřídeli (2) anebo je hnací hřídel (3) axiálně opřen o čelně přišroubovanou příložku (48) k mezikolu (47) a je axiálně zajištěn osovým zajišťovacím šroubem (60) příložky (48).
- 30 **7.** Diferenciální převodové zařízení podle nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že hnací hřídel (3) centrálního kola (13) spolu se vstupním hřídelem (2) a hřídel (5) přídavného pohonu (4) planetového soukolí (12) jsou uspořádány jako koaxiální anebo s využitím předřazeného stupně (9) s hřídelem (5) přídavného pohonu (4) jako paralelní, kde vstupní hřídel (2), hřídel (5) přídavného pohonu (4) a hnané výstupní hřídele (6, 44, 45) jsou vypracovány s jedním nebo se dvěma hřídelovými konci, kde hnací motory (M_2) a (M_3) jsou připojeny na jeden z hřídelových konců vstupního hřídele (2) a hřídele (5) přídavného pohonu (4), a kdy jeden výstupní hřídel (6) je osazen na jednom z hřídelových konců hnaným strojem a kdy dva výstupní hřídele (44, 45) dvou převodových větví (38, 39) jsou osazeny na jednom z hřídelových konců jednoho
- 35
40
45
50
55

výstupního hřídele (44) hnaným strojem a na jednom z hřídelových konců druhého výstupního hřídele (45) druhým hnaným strojem.

5 8. Diferenciální převodové zařízení podle nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že podle počtu předloh (30, 31, 49, 50, 51, 52) s upevněnými převodovými stupni (8) je dosaženo vyššího převodového poměru a podle umístění těchto předloh (30, 31, 49, 50, 51, 52) v půdorysné ploše je tvarována převodová skříň (1) do šířky nebo do délky.

10 9. Diferenciální převodové zařízení podle nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že centrální kolo (13) planetového soukolí (12) je spolu s hnacím hřídelem (3) vypracováno z jednoho kusu materiálu, že pastorek (28) je spolu s hřídelem (5) přídatného pohonu (4) vypracován z jednoho kusu materiálu a že menší kola z ozubených kol předloh (30, 31, 49, 50, 51, 52) jsou spolu s hřídeli (32, 33, 53, 54, 55, 56) předloh (30, 31, 49, 50, 51, 52) vypracovány z jednoho kusu materiálu.

15 10. Diferenciální převodové zařízení podle nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že nosič (20) satelitů (14, 15, 16, 17, 18, 19) je spolu s hřídelem (21) nosiče (20) vypracován z jednoho kusu materiálu, přičemž nosič (20) je konstruován jako dělený s přišroubovanou a kolíky zajištěnou přírubou (22), kde korunové kolo (23) je konstruováno jako dělené s přišroubovanými
20 čely (25, 26) a přitom čelo (25) je uloženo rotačně na nosiči (20) a druhé čelo (26) je uloženo rotačně na přírubě (22) nosiče (20).

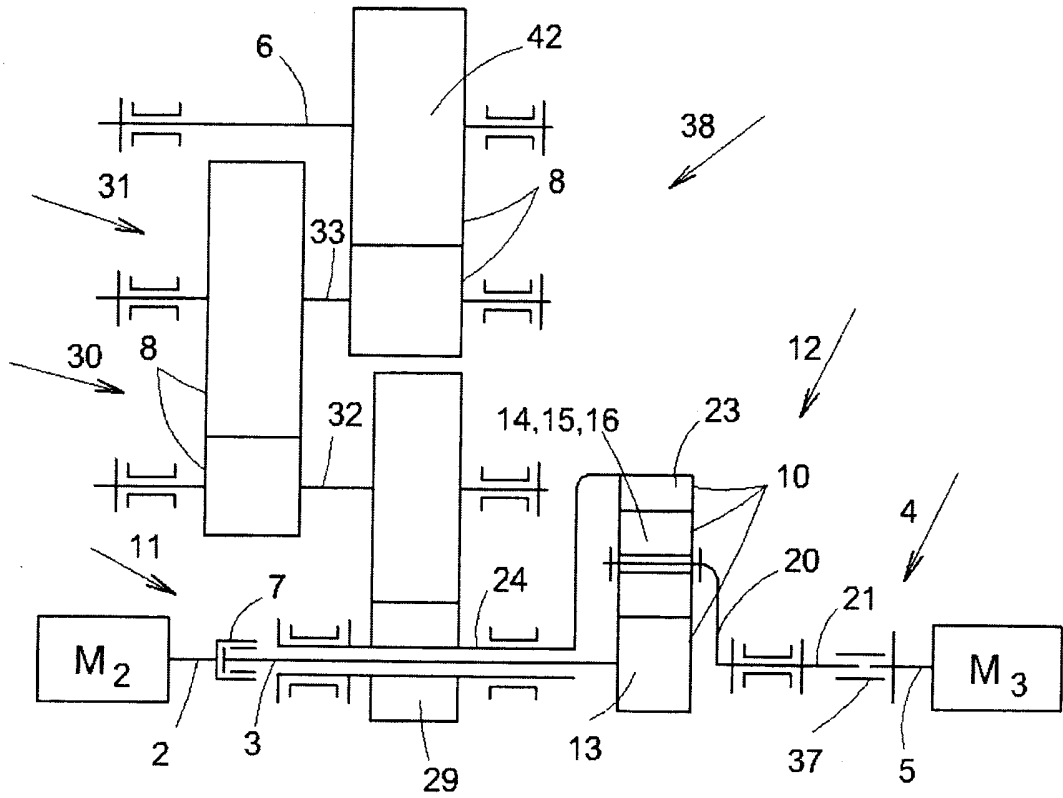
25

8 výkresů

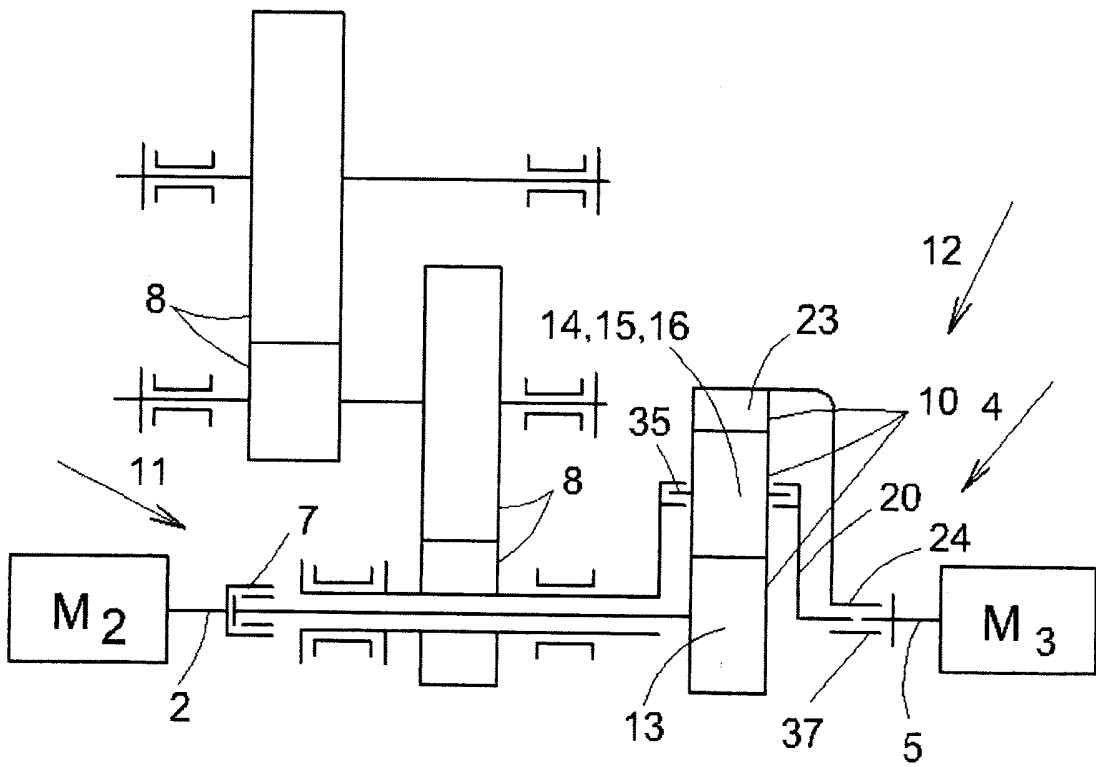
Seznam vztahových značek:

30	1	převodová skříň
	2	vstupní hřídel
	3	hnací hřídel
	M ₂	motor M ₂
	M ₃	motor M ₃
35	4	přídavný pohon
	5	hřídel 5 přídatného pohonu 4
	6, 44, 45	výstupní hřídel
	7	ozubené spojení
	8	převodový stupeň
40	9	předřazený stupeň
	10	planetový stupeň
	11	vyrovnávací ústrojí
	12	planetové soukolí
	13	centrální kolo
45	14, 15, 16	jednoduché satelity
	17, 18, 19	dvojitě satelity
	20	nosič 20
	21	hřídel 21 nosiče 20
	22	příruba
50	23	korunové kolo
	24	hřídel 24 korunového kola 23
	25, 26	čela
	27	vnější ozubení 27
	28	pastorek
55	29	náhonové kolo
	30, 31	předloha
	32, 33	hřídel 33, 33 předlohy 30, 31

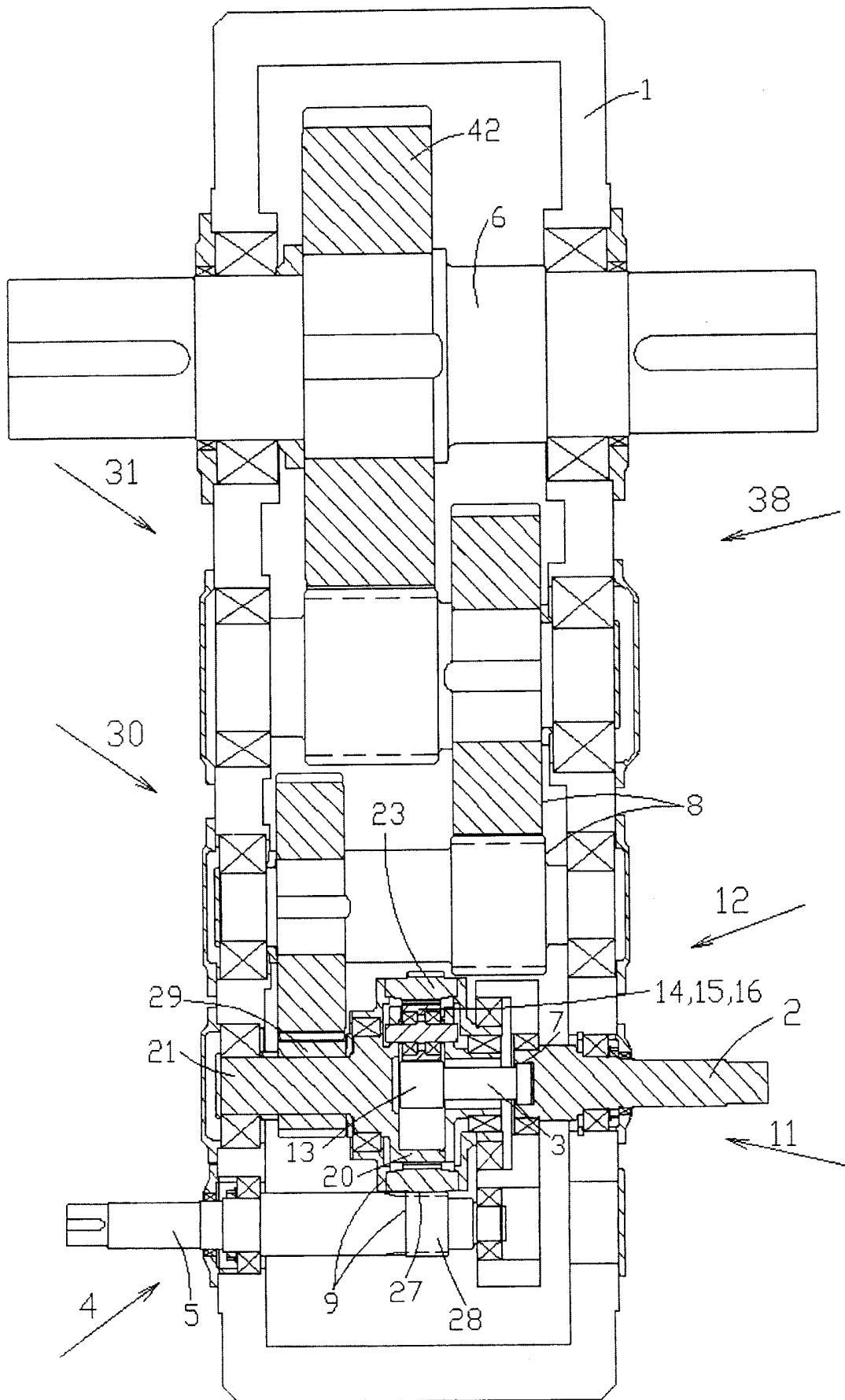
	34	druhé centrální kolo
	35	hřídel 35 jednoduchých satelitů 14, 15, 16
	36	hřídel 36 dvojitých satelitů 17, 18, 19
	37	spojka
5	38, 39	převodová větev
	40, 41	vložené kolo
	42, 43	hnané kolo
	46	opěrný kroužek
	47	mezikolo
10	48	příložka
	49, 50, 51, 52	předlohy 49, 50, 51, 52
	53, 54, 55, 56	hřídel 53, 54, 55, 56 předlohy 49, 50, 51, 52
	57	rozdvojovací stupeň
	58	vstupní kolo
15	59	vestavěné kolo
	60	zajišťovací šroub
	61	bombírované čelo



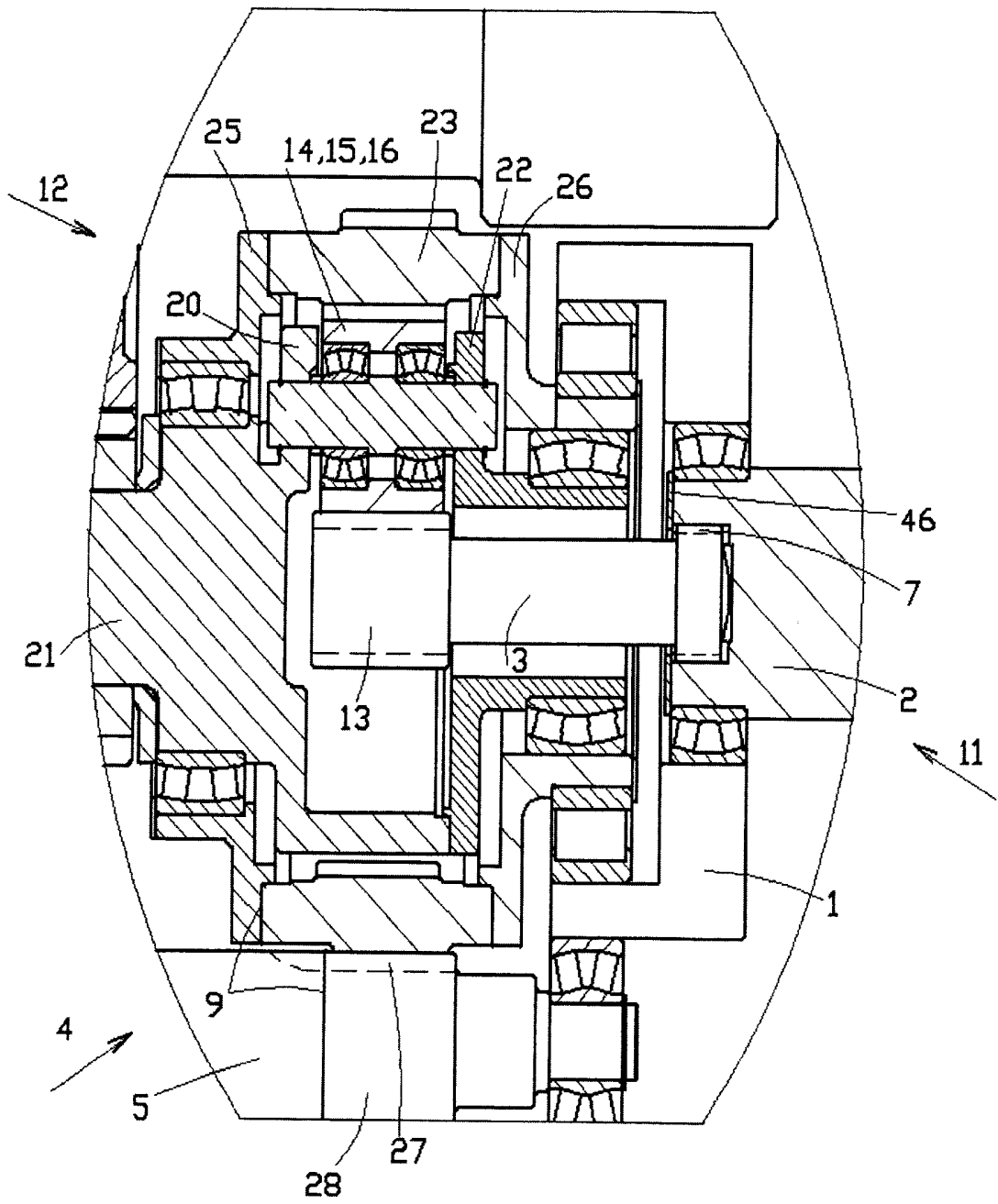
Obr.1



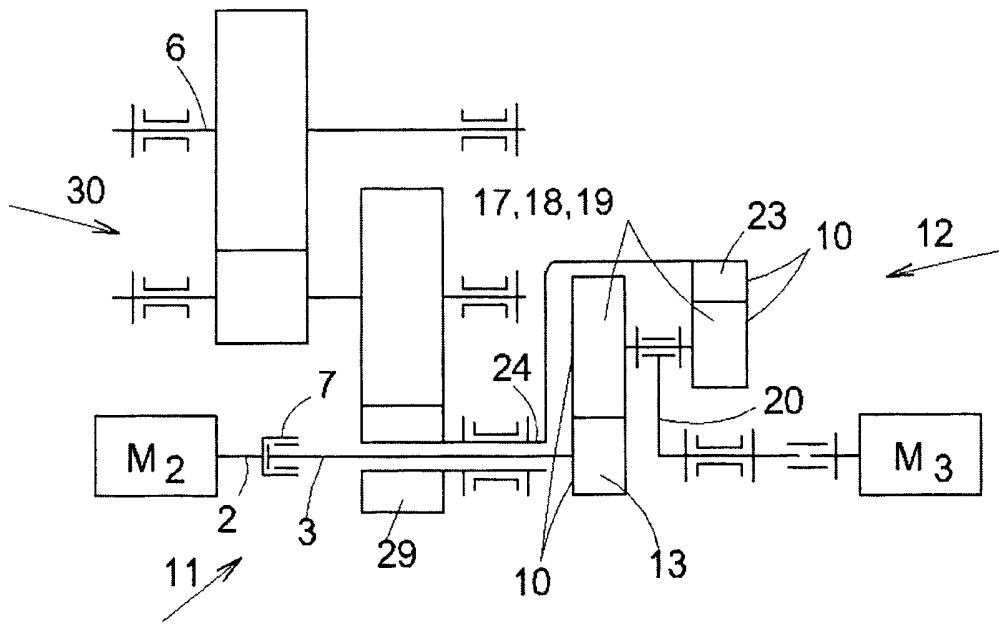
Obr.3



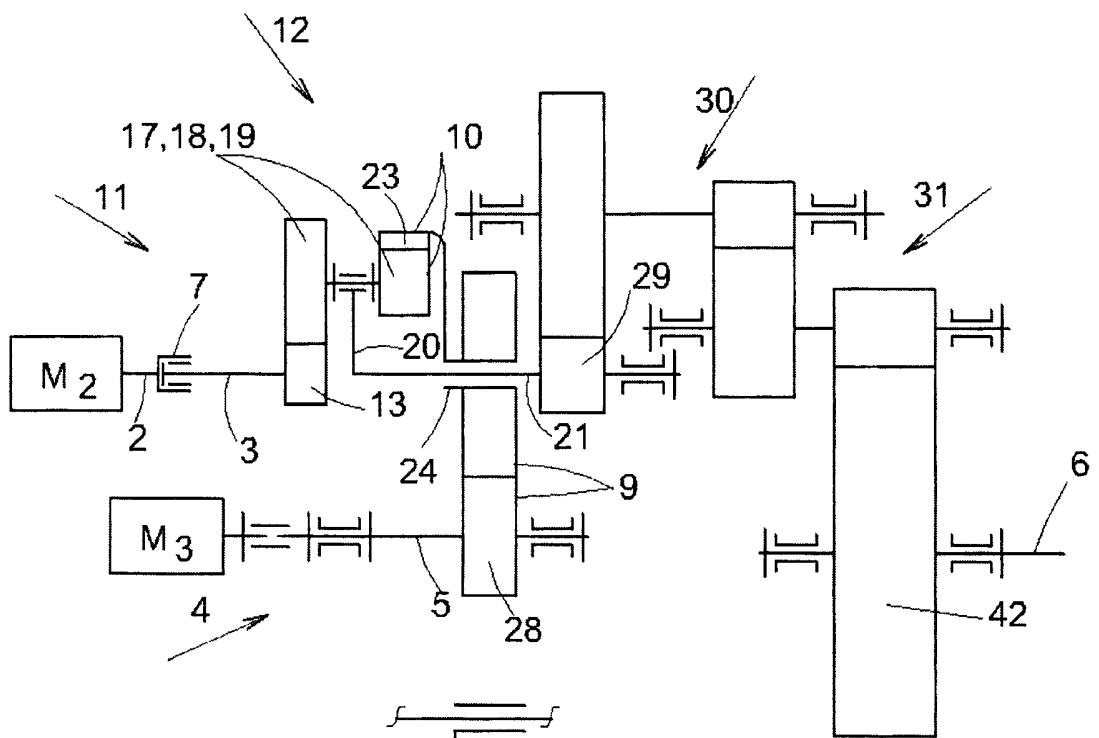
Obr.2a



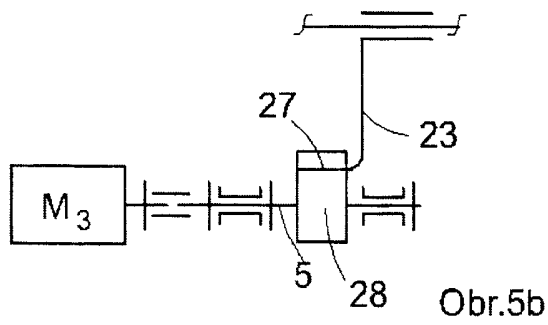
Obr.2b



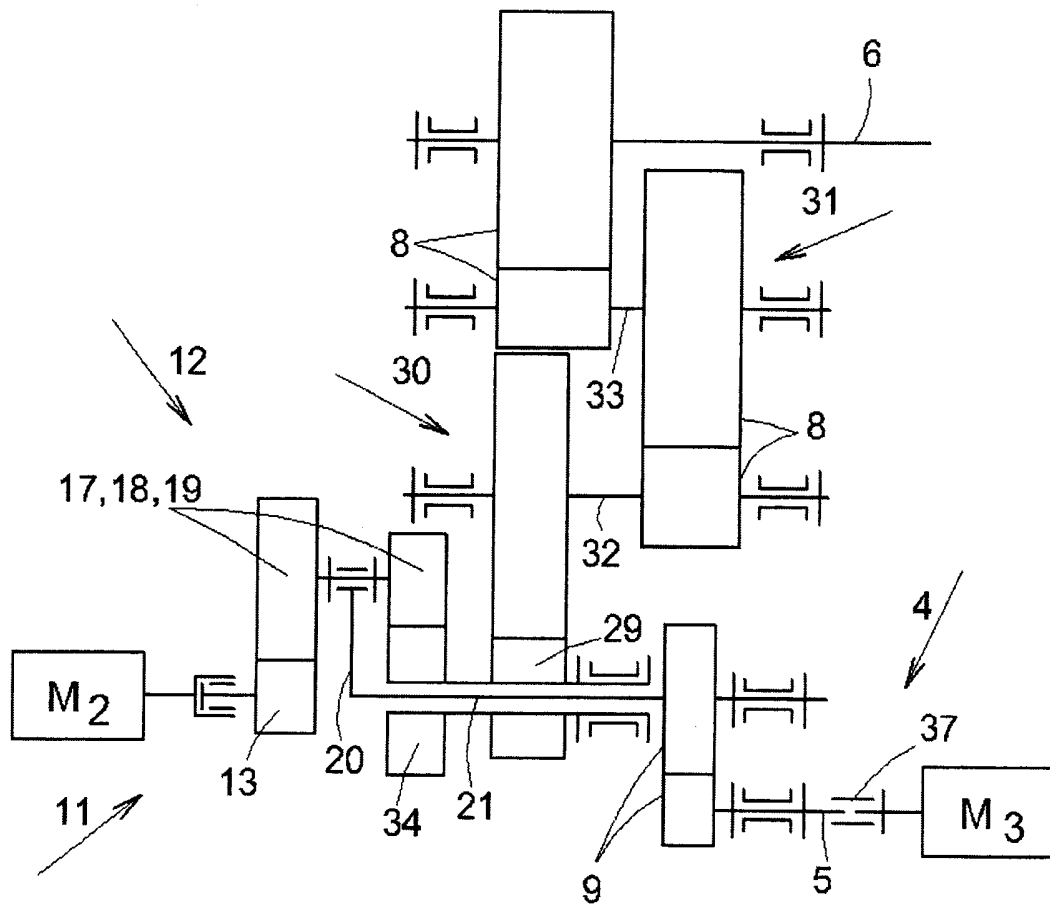
Obr.4



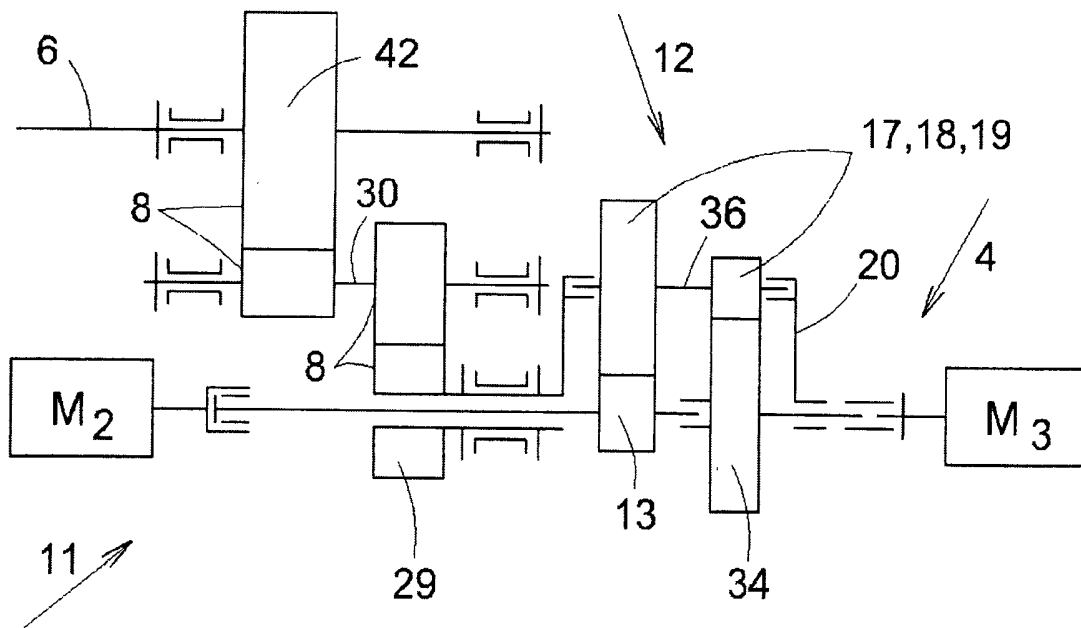
Obr.5a



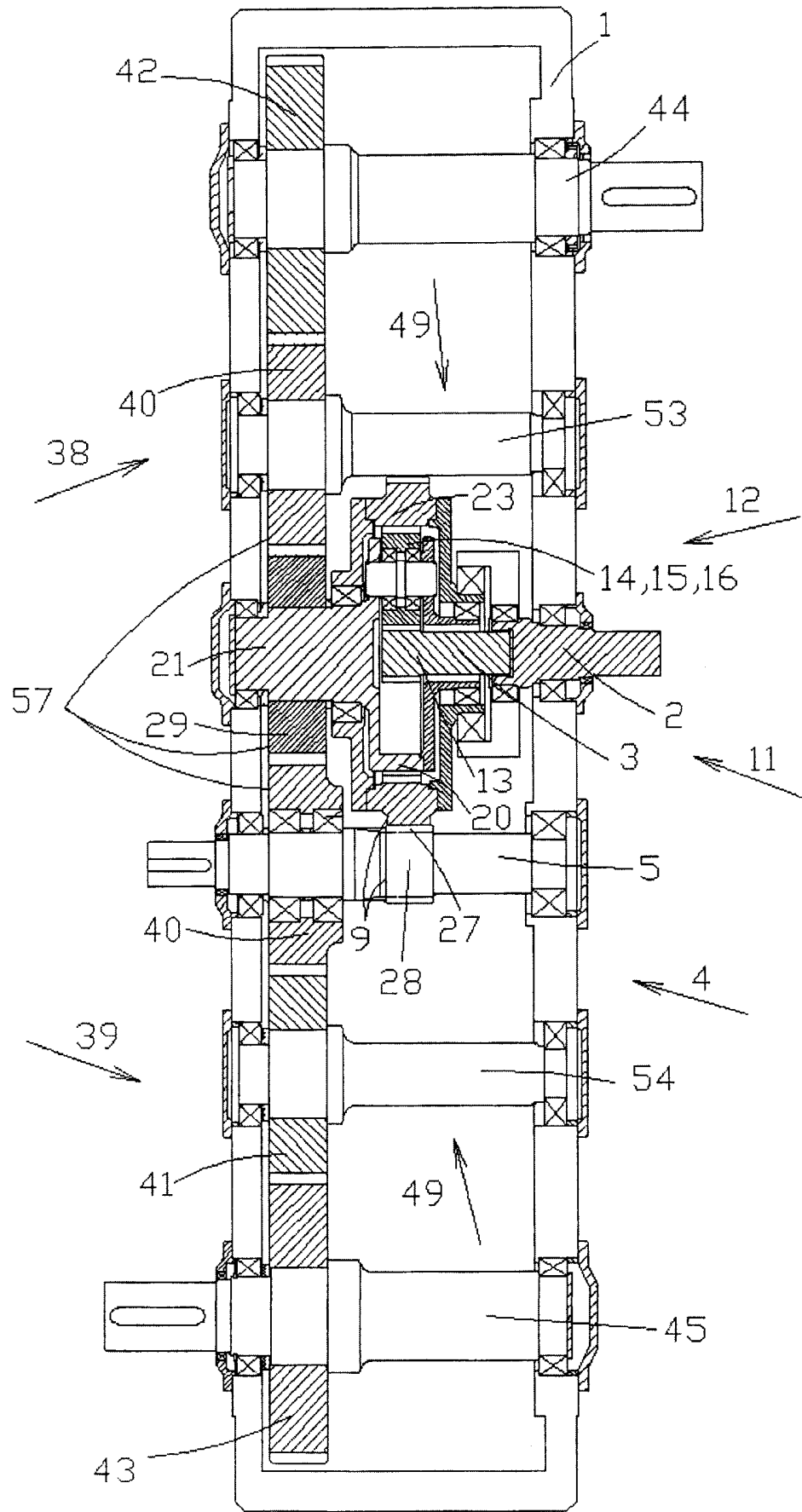
Obr.5b



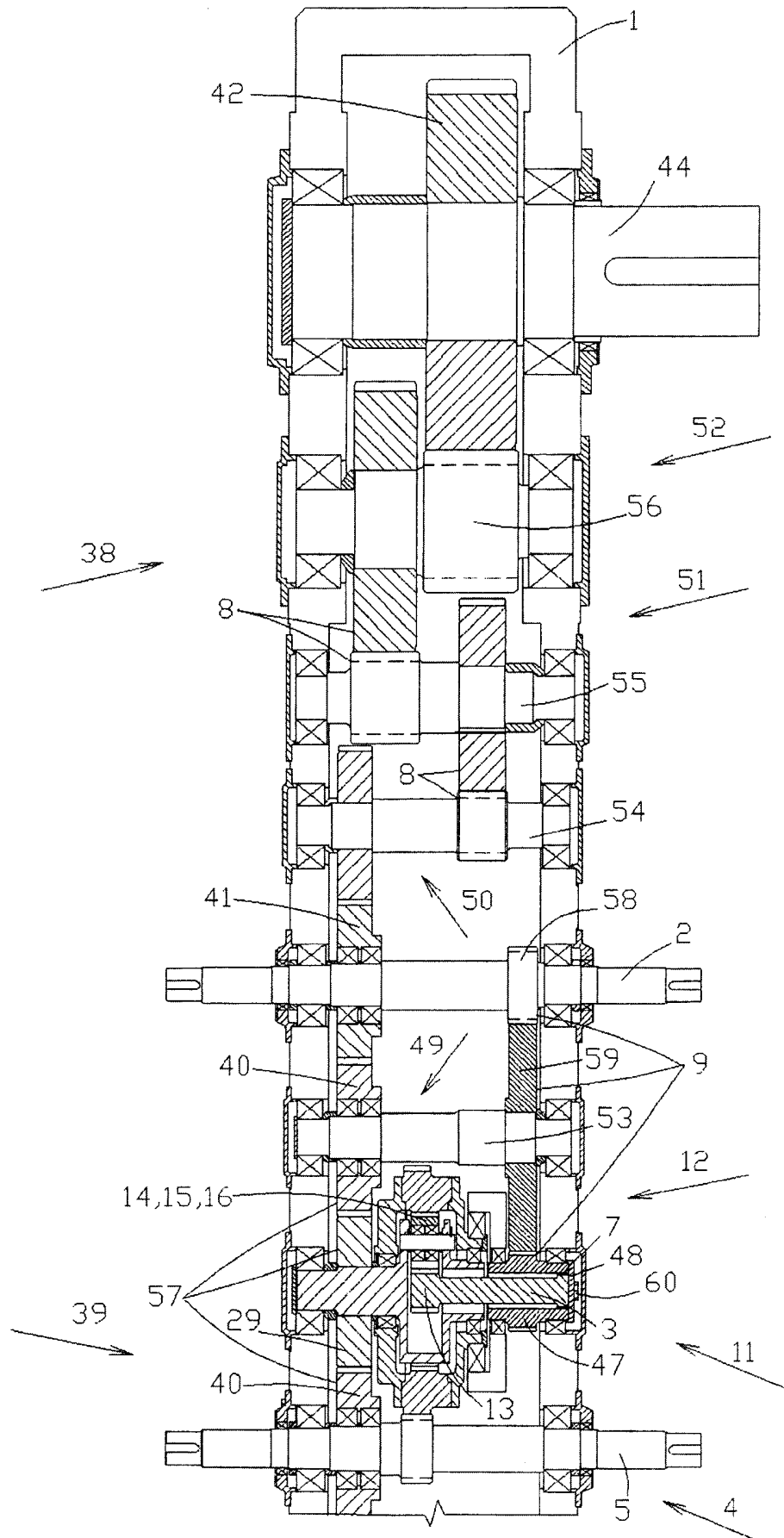
Obr.6



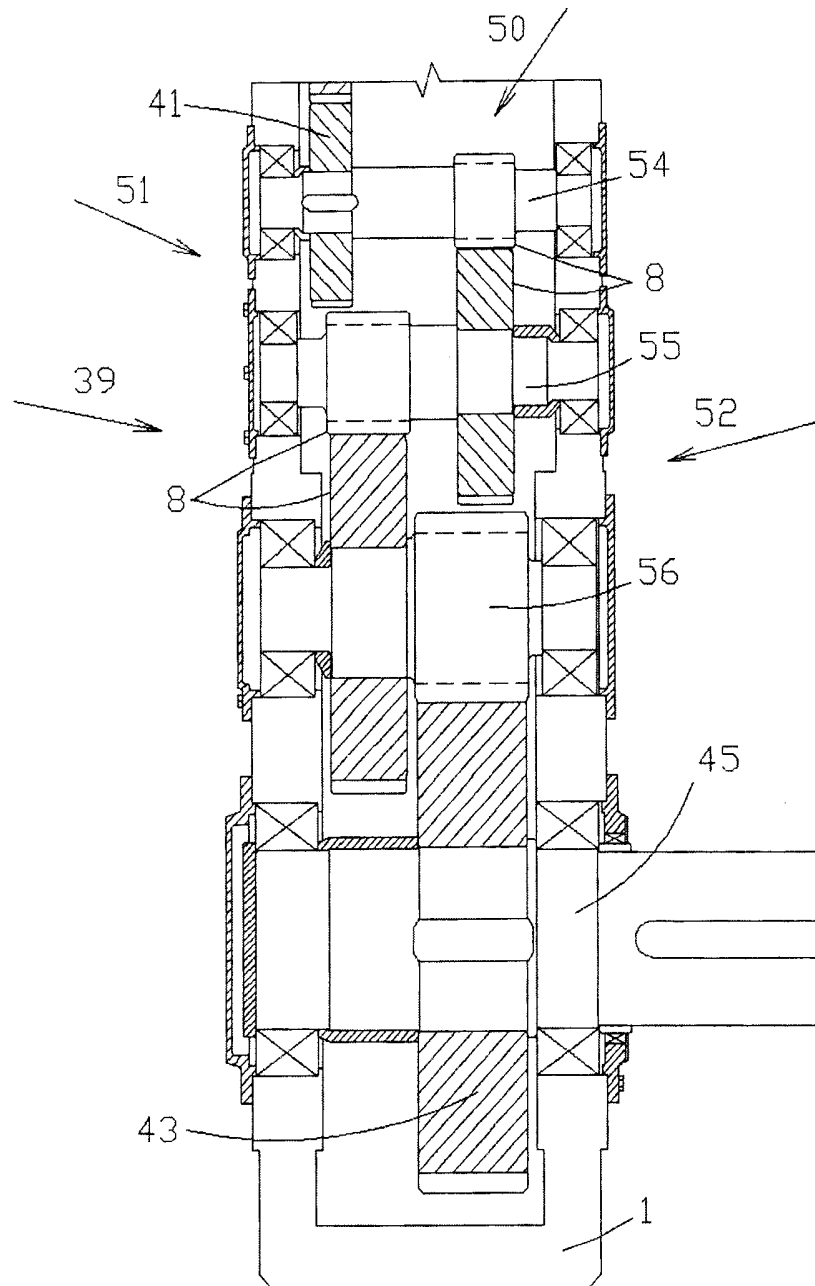
Obr.7



Obr.8



Obr.9a



Obr.9b

Konec dokumentu