



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

204052

(11) (B1)

(22) Prihlášené 22 10 76
(21) (PV 6806-76)

(40) Zverejnené 31 05 79

(45) Vydané 15 10 83

(51) Int. Cl. 3
B 60 K 17/04

(75)
Autor vynálezu

BEDNÁŘ JIŘÍ ing., POVAŽSKÁ BYSTRICA

(54) Viacstupňová automatická planetová prevodovka

1

Vynález rieši viacstupňovú automatickú planetovú prevodovku s radením rýchlostných stupňov odstredivými lamelovými spojkami. Je vhodná pre motorová vozidlá, najmä osobné automobily.

Známe viacstupňové prevodovky s radením prevodových stupňov odstredivými spojkami sú síce jednoduché, avšak požiadavky, kladené na automatické prevodovky, spĺňajú nedokonale. Od počiatku preradenia pri rýchlosti vozidla v_1 do uvoľnenia voľnobežky pri hnacej sile prenášanej preklzujúcou radiacou spojkou, odpovedajúcou diferenciálnej hnacej sile prenášanej prevodom, prebieha I. fáza preradenia v rozmedzí rýchlostí $v_1 \rightarrow v_2$ vozidla. II. fáza preradenia, charakterizovaná poklesom otáčok motora od uvoľnenia voľnobežky po pevné spojenie radiacej spojky, prebieha v rozmedzí rýchlostí $v_2 \rightarrow v_3$ vozidla, pričom u týchto prevodoviek býva $v_1 \rightarrow v_2 > 5$ ($v_2 \rightarrow v_3$). Nakoľko z hľadiska plynulosti preradenia je potrebné zabezpečiť relatívne široký rozsah rýchlostí $v_2 \rightarrow v_3$, prebieha jazda pri všetkých zaradených prevodových stupňoch (s výnimkou najvyššieho) pri prakticky stálom preklze radiacej spojky. Tým sa znižujú dynamické schopnosti vozidla, zvyšuje sa spotreba paliva a tvorba exhalácií v prevádzke a nároky na dimenzovanie radiacích

2

členov obmedzujú, výkon prenášateľný týmito prevodovkami, ktoré okrem toho nie sú vhodné pre troj- a viacstupňové prevodovky. Navyše rýchlosť v_1 vozidla pri počiatku preradenia, sa nemení so záťažou motora, čiže pri jazde nízkymi ustálenými rýchlosťami vozidla po rovine, napríklad v mestskej premávke, prevodovka má zbytočne a nevhodne zaradený nízký prevodový stupeň, čo znižuje životnosť hnacej skupiny, zvyšuje spotrebu paliva a tvorbu exhalácií.

Viacstupňové automatické planetové prevodovky, u ktorých je preradenie sprostredkované brzdami a spojkami ovládanými tlakovým olejom, sú značne nákladné, zložité a technologicky náročné. Predovšetkým regulácia a rozvod tlakového oleja k jednotlivým radiacím členom, kladie vysoké požiadavky i na servisné služby. U týchto prevodoviek je I. a II. fáza preradenia viazaná časovo a je životnosťou radiacích členov obmedzená na max. 0,7 sec. celkového trvania I. a II. fázy preradenia, kde čas I. fázy preradenia je asi 4× dlhší ako čas II. fázy preradenia. To spolu s časovou nepresnosťou ovládania radiacích členov pri preradení, podmieňuje plynulosť preradenia u týchto prevodoviek používaním hydrodynamických spojek, alebo lepšie meničov točivého momentu pred prevodov-

kou, čo v dôsledku strát prenosu výkonu v hydrodynamickom člene znižuje dynamicke schopnosti vozidla, zvyšuje spotrebu paliva a tvorbu škodlivých exhalácií v prevádzke.

Tieto nevýhody odstraňuje viacstupňová automatická planetová prevodovka podľa vynálezu, ktorého podstata je v tom, že radiaca spojka je opatrená mechanizmom silovej spätnej väzby, tvoreným výstupnou časťou, regulačnou časťou a kľudovým dorazom. Výstupná časť, pozostávajúca najmenej z unášacích ramien, pevne spojených so vstupným kolesom nasledujúceho planetového prevodu alebo s vývodovým hriadeľom prevodovky a z výstupného ramena výkyvných unášačov, zavesených na čapoch, pričytených na bubon radiacej spojky, ktoré je stykovými plochami v zábere s unášacími ramenami tak, že silou prenášanou prostredníctvom výstupných ramien na unášacie ramená, podľa veľkosti krútiaceho momentu vystupujúceho z planetového prevodu, resp. z nasledujúcich planetových prevodov, je znižovaný účinok odstredivej sily odstredivých závaží a vodiacich ramien výkyvného unášača, čím je ovládaná regulačná časť. Regulačná časť pozostávajúca z odstredivých závaží vedených vodiacími ramenami výkyvných unášačov, z ovládanej lamely a vratnej pružiny, ktorou sú zovreté odstredivé závažia medzi šikmou plochou ovládanej lamely a bubnom radiacej spojky.

Výhody viacstupňovej automatickej planetovej prevodovky podľa vynálezu spočívajú v jednoduchosti a nízkych výrobných nákladoch pri výhodných funkčných vlastnostiach, ako je zrejmé z výsledných priebehov hnacích síl prenášaných pri rôznom otvorení plynu, z úzkeho rozpätia rozsahu rýchlosti prenosu výkonu so zníženou účinnosťou v závislosti na prenášaných hnacích silách, na obr. 1 kde je znázornený priebeh hnacích síl P_H na hnacích kolesách vozidla a otáčok u motora na rýchlosti V vozidla na príklade štvorstupňovej prevodovky podľa vynálezu. V texte sú všetky všeobecne sa opakujúce symboly pri preradení jednotlivých prevodových stupňov doplnené indexom k , kde k označuje k -tý prevodový stupeň, na ktorý je z nižšieho stupňa preradené, resp. z ktorého je realizované preradenie na nižší prevodový stupeň. Na diagrame 1 je index k príslušných symbolov konkretizovaný číslom označujúcim číslo prevodového stupňa, na ktorom je preradenie realizované. Účinnosť τ klesá z hodnoty $\tau = 1$ na krivke p_{pk} na hodnotu

$$\tau = \frac{i_k}{i_{(k-1)}}$$

na krivke p_{Hk} pri rýchlosti v_z , pričom na krivke P_{Hk} sa nemôžu hnacie sily vyrovnať s jazdnými odporom pri inakšej účinnosti ako $\tau = 1$, nakoľko priebeh P_{Hk} s narastaním rýchlosti vozidla rastú prudšie ako priebeh jazdných odporov $P_o = (P_f + P_w) + P_z$,

kde P_f sú jazdné odpory valenia, P_w jazdné odpory vzduchu a P_z je zvýšenie jazdných odporov vplyvom vetra alebo stúpania. Pri najnižšej účinnosti, napr. pri jazdných odporoch P_{o1} pri plnom zaťažení motora a rýchlosti v_{z1} , možno ísť trvale iba teoreticky, pretože značne zvýšené jazdné odpory P_{o1} pri vysokej rýchlosti vozidla $v_{z1} = 128,6$ km/hod. by mohlo vozidlo zdolávať iba na dlhom rovnom úseku pravidelného stúpania, prípadne konštantného odporu vetra, nakoľko nepatrne zvýšenie jazdných odporov vyrovná jazdné odpory pri nižšej rýchlosti vozidla ako v_{z1} a vyššej účinnosti. Nepatrne zníženie jazdných odporov naopak spôsobí vyrovnanie jazdných odporov s hnacími silami pri rýchlosti vyššej, a to v_o , kde je účinnosť prenosu výkonu $\tau = 1$ a vozidlo má na 4. prevodovom stupni pri zníženej rýchlosti v_{z4} rezervu hnacej sily na zdolávanie zvýšených jazdných odporov P_{o2} , takže rozsah rýchlosti vozidla v_{z1} až v_{z4} je pre konštantné otvorenie plynu nestabilný a trvalá rýchlosť sa v tomto rozmedzí dá dosiahnuť iba ubráním plynu a pri 100 % účinnosti. V teoretickom prípade dlhšej jazdy rýchlosťou v_{z1} dôjde k zohriatiu radiacej spojky a poklesu koeficientu trenia, v dôsledku čoho sa zníži konštanta radiacej spojky na k_{s4z} a súčiniteľ silovej spätnej väzby na

$$x_{4z} = \frac{k_{s4z}}{k_{s4}}$$

čo sa prejaví v zmenených priebehoch síl I. fázy P_{Iz4} a II. fázy P_{IIz4} preradenia a jazdné odpory sa s hnacou silou P_{Iz4} vyrovnajú pri mierne zvýšenej rýchlosti v_z a zvýšenej účinnosti τ . Naviac vzájomná nezávislosť priebehov I. a II. fázy preradenia nevyžaduje riešiť plynulosť preradenia zaradením hydrodynamického člena pred prevodovku, ale vystačí sa s jednoduchou odstredivou rozbehovou spojkou preklzujúcou iba v úzkom rozmedzí rýchlosti $0 \rightarrow v_s$, pričom so zníženým zaťažením rýchlosť v_s klesá podľa krivky P_s , pri rýchlosti vyššej ako v_s je rozbehová spojka pevne zopnutá, čo taktiež prispieva k zníženiu spotreby paliva v prevádzke a okrem oblasti rýchlosti v priebehu preradenia pod zaťažením, keď účinnosť prenosu výkonu zákonite klesá, neznižuje viacstupňová automatická planetová prevodovka dynamické vlastnosti vozidla. Priebehy P_{pk} a P_{Hk} zabezpečujú „kick-down“ efekt, teda samočinné preradenie na nižší rýchlostný stupeň pri náhlom zošľapnutí plynového pedálu, napr. pri predbiehaní, vo voliteľnom rozsahu rýchlosti, obmedzenom iba priebehmi P_{vk} , nakoľko možno voľiť napr. rýchlosť v_{p14} tak, že prudké zošľapnutie plynového pedálu vyvolá samočinné preradenie zo 4. až na 1. rýchlostný stupeň. Ďalšou výhodou je, že pri voľbe

$$x_k \geq \frac{i(k-1)}{i_k} - 1$$

sa z rozvodovky prenáša od rýchlosti vyššej ako v_{p14} prostredníctvom 4. rýchlostného stupňa akákoľvek hodnota krútiaceho momentu, čo je pri vhodnej voľbe v_{p14} výhodné pre núdzové štartovanie motora vľčením vozidla, resp. spúšťaním zo svahu bez akéhokoľvek ďalšieho zariadenia, ak je hnaná časť rozbehovej spojky opatrená taktiež i odstredivými závažiami, čo navyše znižuje rýchlosti vozidla, pri ktorých sa rozbehová spojka pevne spojí bez zníženia dosažiteľnej hnacej sily pri rozbehu, čo sa prejaví znížením spotreby paliva najmä pri jazde v meste.

Príklad konštrukčného riešenia vynálezu je znázornený na pripojených výkresoch obr. 3 a obr. 2, kde obr. 3 predstavuje priečny rez prevodovkou s pohľadom na príklad usporiadania mechanizmu silovej spätnej väzby, obr. 2 predstavuje pozdĺžny rez možného usporiadania trojstupňovej automatickej prevodovky podľa vynálezu a na obr. 1 je znázornený priebeh prenášaných hnacích síl P_H , jazdných odporov $P_f + P_w$ otáčok mo-

tora n a účinnosti τ (iba časti účinnosti, ktorá v priebehu preradenia klesá v dôsledku preklzu radiacej spojky) na rýchlosti vozidla v pre štvorstupňovú prevodovku. Prevodové pomery i_k na jednotlivé stupne sú zvolené takto:

$$\begin{aligned} i_1 &= 3,52 \\ i_2 &= 2,23 \\ i_3 &= 1,4 \\ i_4 &= 1 \end{aligned}$$

plnou čiarou sú znázornené priebehy hnacích síl P_H a otáčok motora n pre plne otvorený plyn, prerušovanou čiarou pre čiastočné otvorenie plynu a bodkočiarkovanou čiarou pre minimálne otvorenie plynu, pri ktorom pri jazde po rovine za bezvetria dôjde k preradeniu z 3. na 4. rýchlostný stupeň. Priebeh hnacej sily v závislosti na rýchlosti vozidla v pri preradení na k -tý prevodový stupeň v 1. fáze preradenia P_{lk} , je daný vzťahom:

$$P_{lk} = \frac{P_{v(k-1)} - k_{sk} (v_{2k}^2 - v^2) - P_{2k} \left[\frac{i(k-1)}{i_k - 1} + x_k \right]}{1 - x_k}$$

$P_{v(k-1)}$ — priebeh hnacej sily na $(k-1)$ -vý rýchlostný stupeň od krútiaceho momentu motora v závislosti na rýchlosti vozidla v .

k_{sk} — konštanta spojky k -tého rýchlostného stupňa

P_{2k} — hnacia sila k -tého prevodového stupňa pri rýchlosti ukončenia I. fázy preradenia v_{2k} a otáčkach motora n_2

x_k — súčiniteľ spätnej väzby, charakterizujúci zmenu ΔP_s hnacej sily prenášanej radiacou spojkou pri zmene hnacej sily ΔP na výstupe z planetového prevodu tak, že platí:

$$\Delta P_s = \Delta P \cdot x_k$$

Priebeh hnacej sily P_{lk} v priebehu II. fázy preradenia v závislosti na rýchlosti vozidla v :

$$P_{lk} = P_{2k} - \frac{k_{sk} (v_{2k}^2 - v^2)}{\frac{i(k-1)}{i_k} - 1 + x_k}$$

Priebeh hnacej sily P_{pk} , pri ktorej začína I. fáza preradenia pri rýchlosti v :

$$P_{pk} = \frac{k_{sk} (v^2 - v_{pk}^2)}{x_k}$$

v_{pk} — rýchlosť, pri ktorej začína I. fáza preradenia pri nulovom zaťažení.

Fyzikálny význam konštanty radiacej spojky k_{sk} vyplýva zo vzťahu:

$$k_{sk} = \frac{P_{2k}}{v_{2k}^2 - v_{1tk}^2}, \text{ kde}$$

v_{1tk} — je rýchlosť vozidla, pri ktorej by pre k_{sk} , P_{2k} a v_{2k} bez pôsobenia silovej spätnej väzby začínala I. fáza preradenia. Konštanta spojky je daná vzťahom:

$$k_{sk} = \frac{P_{2k} \left[\frac{i(k-1)}{i_k} - 1 + x_k \right]}{v_{2k}^2 - v_{pk}^2}$$

Účinnosť prenosu výkonu v I. fáze preradenia:

$$\tau_I = \frac{P_{lk}}{P_{v(k-1)}}$$

Účinnosť prenosu výkonu v II. fáze preradenia:

$$\tau_{II} = \frac{n_{II}}{n}$$

Pre zostrojenie priebehov P_{pk} , P_{lk} a P_{llk} boli volené tieto parametre:

2. rýchlostný stupeň $v_{22} = 51,2$ km/hod.,
 $v_{p2} = 23$ km/hod, $x_2 = 0,65$

3. rýchlostný stupeň $v_{23} = 80,6$ km/hod.,
 $v_{p3} = 36$ km/hod, $x_3 = 0,65$

4. rýchlostný stupeň $v_{24} = 128,6$ km/hod.,
 $v_{p4} = 50$ km/hod, $x_4 = 0,65$

Z kľukového hriadeľa 13 sa prenáša hnacia sila rozbehovou odstredivou spojkou 14, ktorej hnacia časť 15 je opatrená rozbehovými odstredivými závažiami 17 a hnaná časť 16 štartovacími odstredivými závažiami 18. Hnaná časť 16 rozbehovej odstredivej

trecej spojky 14, je pevne spojená so vstupným kolesom 7 planetového prevodu 4, ktorého unášač 19 je blokovaný proti obrátenému zmyslu otáčania voľnobežkou 20; unášač lamely 21 radiacej spojky 2. Hnané lamely 22 radiacej spojky 2 sú vedené bubnom 1, pevne spojeným s výstupným kolesom 3 planetového prevodu 4, pričom bubon 1 radiacej spojky 2 je opatrený mechanizmom silovej spätnej väzby 23, tvoreným výstupnou časťou 24, regulačnou časťou 25 a kludovým dorazom 28, kde výstupná časť 24, pozostávajúca z unášacích ramien 10, pevne spojených so vstupným kolesom 7 nasledujúceho planetového prevodu 8 alebo vývodovým hriadeľom 9 prevodovky a z výstupného ramena 36 výkyvných unášačov 5, zavesených na čapoch 12, prichytených na bubon 1 radiacej spojky 2, ktoré je stykovými plochami 11 v zábere s unášacími ramenami 10, tak, že silou prenášanou prostredníctvom výstupných ramien 36 na unášacie ramena 10 podľa veľkosti krútiaceho

momentu vystupujúceho z planetového prevodu 4, resp. z nasledujúceho planetového prevodu 8, je znižovaný účinok odstredivej sily odstredivých závaží 6 a vodiacich ramien 37 výkyvného unášača 5, čím je ovládaná regulačná časť 25, pozostávajúca z odstredivých závaží 6, vedených vodiacími ramenami 37 výkyvných unášačov 5, z ovládanej lamely 27 a vratnej pružiny 26, ktorou sú zovreté odstredivé závažia 6 medzikružnou plochou 29 ovládanej lamely 27 a bubnom 1 radiacej spojky 2. Kludový doraz 28 je umiestnený na unášacom rameni 10 alebo na bubne 1, radiacej spojky 2. Výkyvné 30 pevnej časti 31 voľnobežky 20 zapadajú do pozdĺžnych vybrání 32 telesa skrine 33, pričom pevná časť 31 voľnobežky 20 je radiálne vedená funkčnou plochou 34 voľnobežky 20. Kompletná a planetová spojková časť prevodovky spolu s hnacou časťou 16 rozbehovej odstredivej trecej spojky 14 tvoria na voľnom hriadeľi 35 jeden montážny celok.

PREDMET VYNÁLEZU

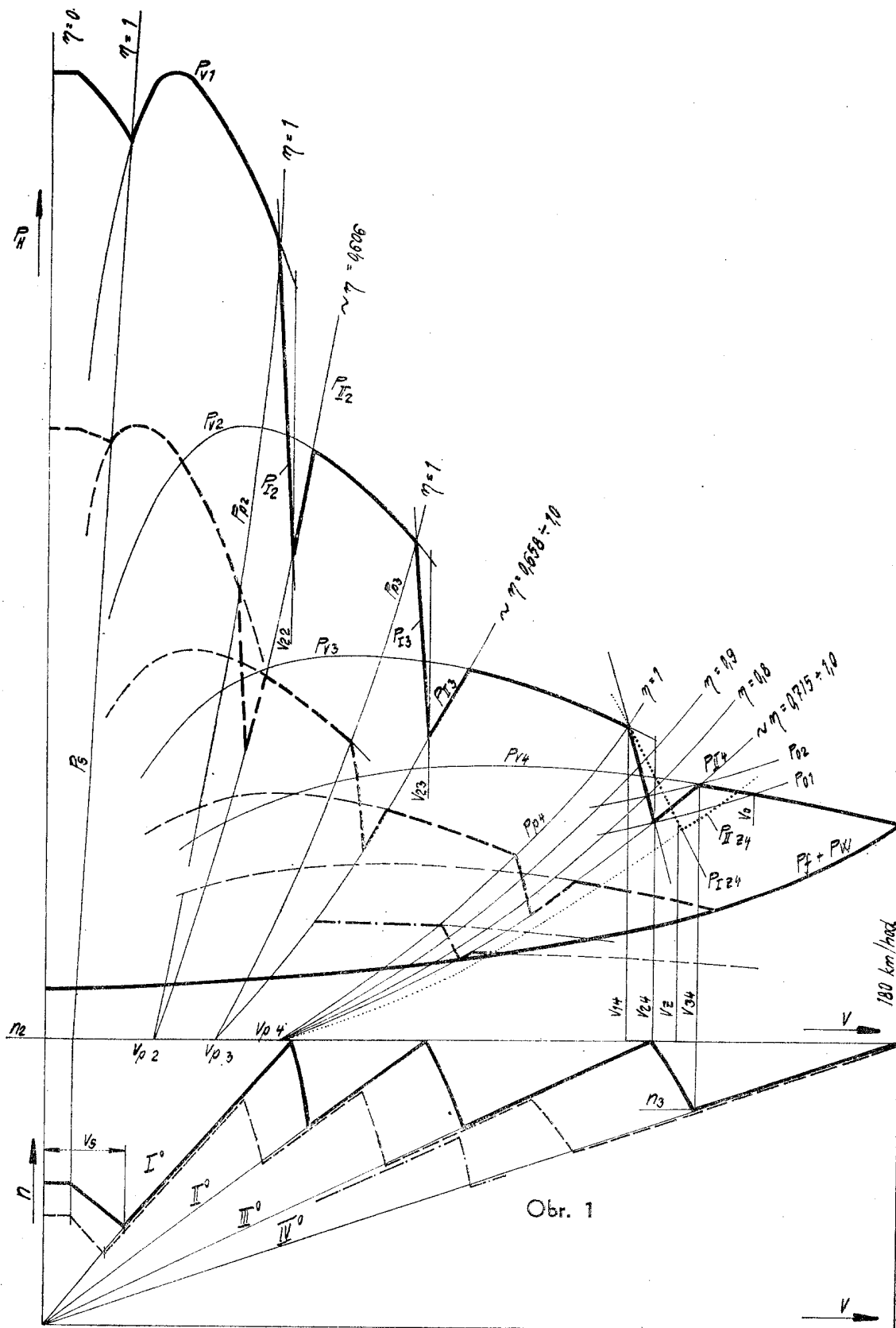
1. Viacstupňová automatická planetová prevodovka s odstredivými radiáciami spojky, kde bubon radiacej spojky je pevne spojený s výstupným kolesom planetového prevodu a kde odstredivé závažia radiacej spojky sú prebytkom odstredivej sily oproti vratným silám vzopierané medzi kuželovú plochu ovládanej lamely a bubon radiacej spojky, vyznačujúca sa tým, že radiaca spojka (2), planetového prevodu (4) a nasledujúceho planetového prevodu (8), je opatrená mechanizmom silovej spätnej väzby (23), tvoreným výstupnou časťou (24), regulačnou časťou (25) a kludovým dorazom (28), kde výstupná časť (24), pozostávajúca z unášacích ramien (10), pevne spojených so vstupným kolesom (7) nasledujúceho planetového prevodu (8) alebo s vývodovým

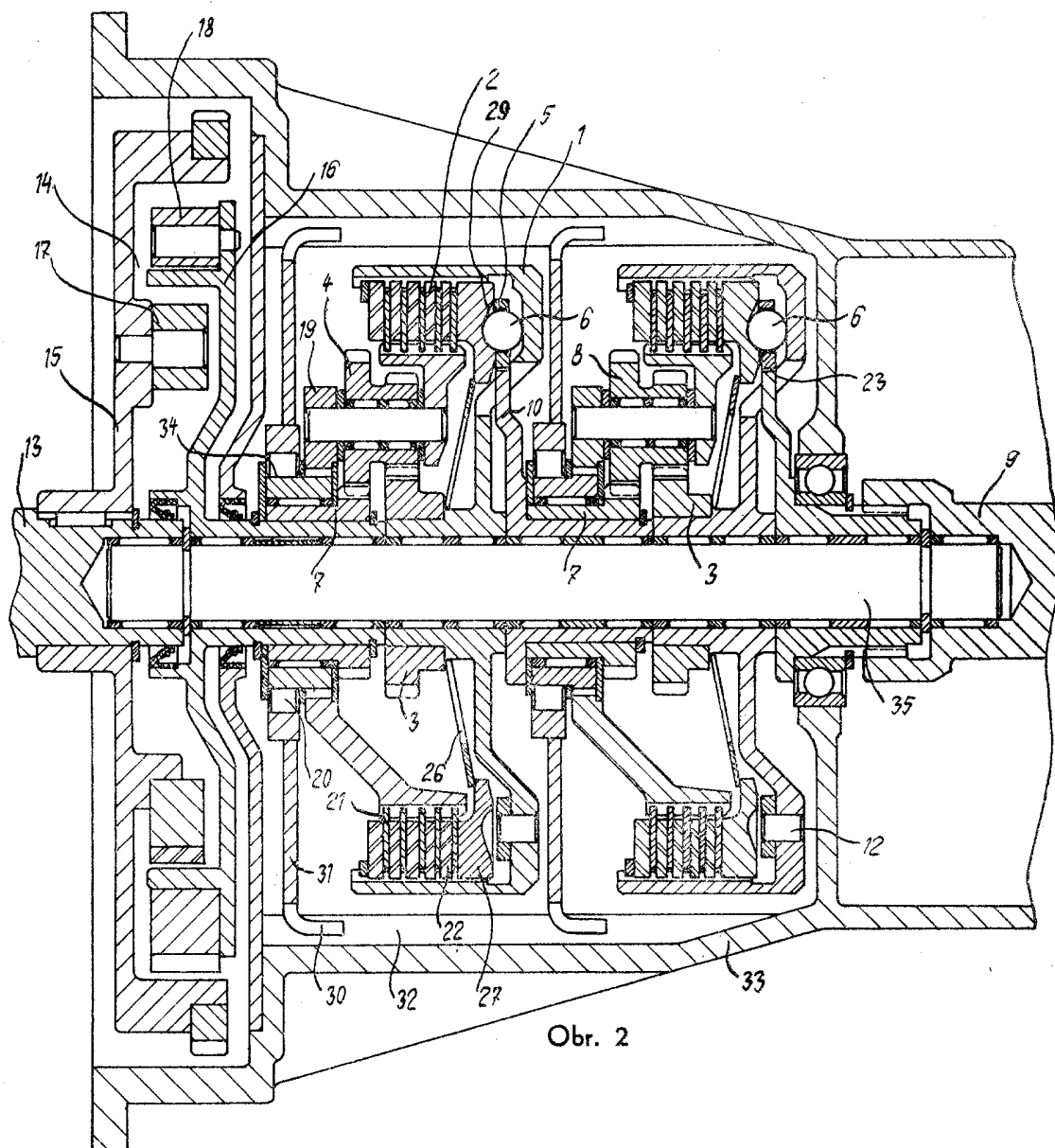
hriadeľom (9) prevodovky a z výstupného ramena (36) výkyvných unášačov (5) zavesených na čapoch (12), prichytených na bubon (1) radiacej spojky (2), ktoré je stykovými plochami (11) v zábere s unášacími ramenami (10) a regulačná časť (25) pozostáva z odstredivých závaží (6) vedených vodiacími ramenami (37) výkyvných unášačov (5).

2. Viacstupňová automatická planetová prevodovka podľa bodu 1 vyznačujúca sa tým, že obsahuje jeden až tri planetové prevody (4).

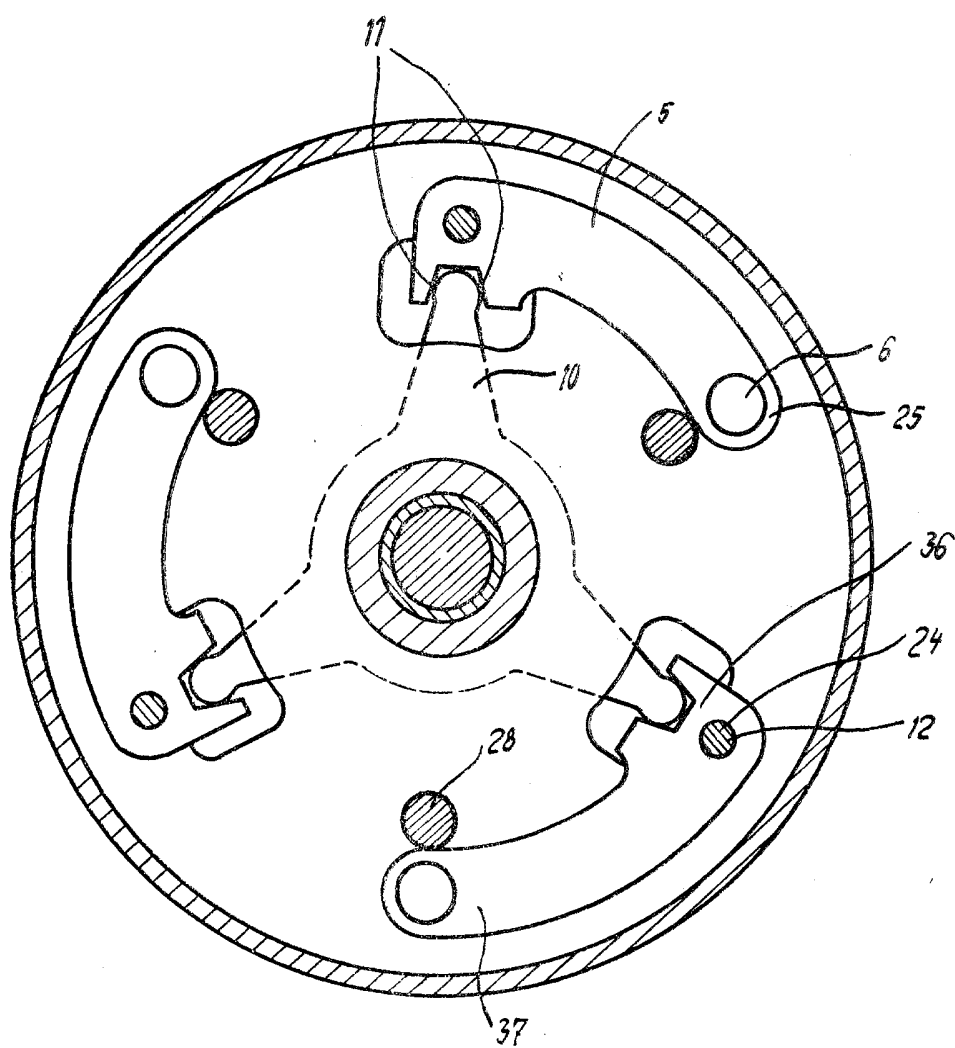
3. Viacstupňová automatická planetová prevodovka podľa bodu 1 až 2 vyznačujúca sa tým, že planetový prevod (4) je prepojený rozbehovou odstredivou treťou spojkou (14) s klukovým hriadeľom (13).

3 listy výkresov





Obr. 2



Obr. 3