

HAJTÁS

Tartalomjegyzék

1. Voit Midimat automata nyomatékváltó
2. EVB Kipufogóval is lehet fékezni
3. Bolygómű mint nyomatékváltó

Voith Midimat automata nyomatékkváltók

A német Voith cég hazánkban elsősorban hidrodinamikus retardereiről ismert, de emellett nagy tapasztalatokkal rendelkezik a haszonjárművekhez készített automata váltók gyártásában is. Ezt jól példázza az a szám, hogy a jelenleg leggyártott automata váltók mennyisége 75.000–80.000 darab között mozog, és a Voith cég beszállítója többek között a Mercedes-Benznek, a MAN-nak és a NEOPLAN-nak.

Ebben a cikkben az elektrohidraulikus vezérlésű háromfokozatú Midimat típusú automata váltójukat mutatjuk be, amely elsősorban városi autóbuszokhoz készült. A váltónak háromféle típusa létezik a kapcsolási mód és a retarderrel való felszereltséget tekintve, amelyek a következők:

- **TM** – automata váltó választókarral, retarder nélkül,
- **TA** – automata váltó nyomógombosorral, retarder nélkül,
- **BR** – automata váltó nyomógombosorral és retarderrel.

A nyomatékkváltó vonalas rajzát és felépítését az 1. ábra mutatja. A hajtómű rövidrezáró tengelykapcsolóval ellátott hidrodinamikus nyomatékkváltóból, és egy Ravigneaux bolygómból áll, amelynek előnye, hogy a nyomatékkváltó hossza lecsökken.

Ez a bolygómból két egyszerű bolygómból áll, ahol a bolygókeréktartó közös, és a két egyszerű hajtómű bolygókerékei egymással mechanikai kapcsolatban vannak.

A hidrodinamikus nyomatékkváltó többfázisú, trillex rendszerű. Ez annyit jelent, hogy a hajtóművön belül két sztátor található, amelyek a csőtengelyeken szaba-

donfutó révén támaszkodnak. Az R_2 sztátor csőtengelye állandóan a házhoz van rögzítve, míg az R_1 vezetőkerék csőtengelye csak a 2. fokozatban. Ilyenkor a hidrodinamikus váltó hatásfoka és hidraulikus áttétele nagyobb szlip tartományon érvényesül, s ezáltal a kívánt vonóerő hosszabb ideig áll fenn. Ez azáltal való-

	Midimat T	Midimat BR
Bemenő teljesítmény (kW)	165	165
Bemenő nyomaték (Nm)	550	550
Bemenő fordulatszám (1/min)	4000	3000
Hidrofék nyomaték (Nm)	–	2000
Fokozatok száma	3	3
A nyomatékkváltó száraz tömege hidrofékkal együtt (kg)	102	160

Az értékek a maximum adatokat mutatják.)

1. táblázat: teljesítményadatok

Fokozat	Wandler méret	Hidraulikus áttétel	Bolygómbú-áttétel	Össz-áttétel
1	11,5"S	3,45	3,00	10,350
	11,5"	2,97	3,00	8,910
	12,5"	2,92	3,00	8,760
2	11,5"S	2,52	1,58	3,989
	11,5"	2,24	1,58	3,546
	12,5"	2,27	1,58	3,593
3	11,5"S	1,40	1,00	1,400
	11,5"	1,27	1,00	1,270
	12,5"	1,27	1,00	1,270
R	minden méretnél	5,89	1,42	8,360

2. táblázat: az egyes fokozatok áttételei

mul meg, hogy az R_2 sztátornak az R_1 vezetőkerék besegít, s így amikor R_1 szabadonfutója old, R_2 még képes arra, hogy a hidraulikaolaj áramlását a szivattyú forgásirányával megegyezővé alakítsa. Így később következik be a kapcsolóüzem mód.

Az automata váltó teljesítményadatait az 1. táblázat, míg az egyes fokozatok áttételeit a 2. táblázat mutatja.

A hajtómű működését az 1. ábra segítségével követhetjük nyomon.

1. fokozat: Az 1B szalagfékkel lefékezzük az egyik koszorúkeréket. A turbina meghajtja a napkereket, mire az a bolygókerékeket az álló koszorúkeréken jobbra legördíti. A kimenőtengelyt a bolygókeréktartó hajtja meg.

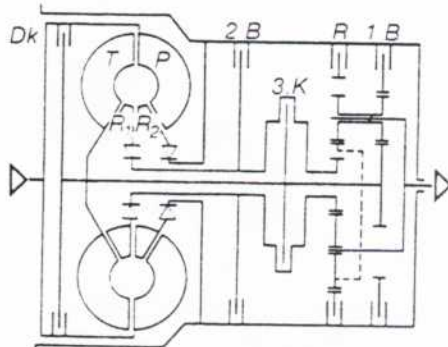
2. fokozat: A 2B szalagfékkel rögzítjük az R_1 sztátort és a napkereket. Ennek során a turbina meghajtva a napkereket, a hosszabb bolygókerékeken keresztül, a másik a bolygókerékeket az álló napkeréken legördíti.

3. fokozat: A 3K tengelykapcsoló segítségével a napkerekeket összekapcsoljuk. Így a bolygómbúben nincs fordulatszám-különbség, s ezáltal nincs legördülés és módosítás.

Hátmenet: Az R szalagfék révén a másik, a koszorúkeréket lefékezzük. Ennek során a turbina meghajtva a napkereket, a hosszabb bolygókerékeken keresztül, meghajtja a másik a bolygókerékeket, mire azok az álló koszorúkeréken ellentétes irányba legördülnek.

Vass Szabolcs

(Folytatjuk).

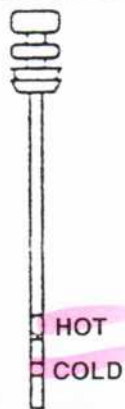


1. ábra: a nyomatékkváltó vonalas rajza
D_k – rövidrezáró tengelykapcsoló, P – szivattyú, T – turbina, R₁, R₂ – sztátorok, 1B, 2B, R – szalagfékek, 3K – többlémezű tengelykapcsoló

Voith Midimat automata nyomaték váltók

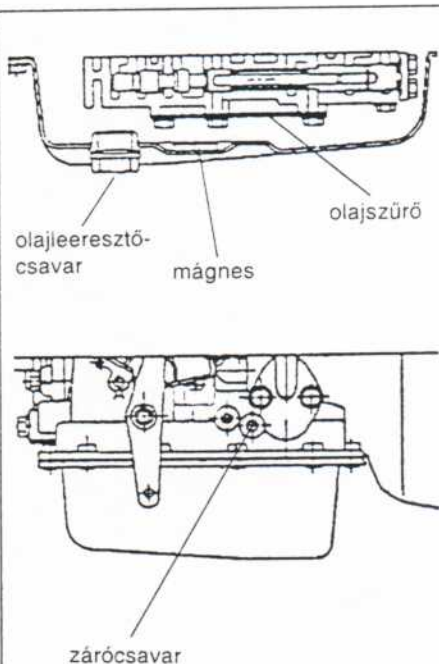
Olajszint ellenőrzése

Az olajszint ellenőrzését célszerű havonta elvégezni. A gépjármű vízszintes, sík felületen álljon. Járassuk a motort alpjáraton, és a hajtómű legyen üres helyzetben. Kézmeleg váltónál (kb. 30 °C) a nívópálca „cold” jelzése alatt, míg üzemmeleg állapotban (kb. 80 °C) a „hot” jelzés fölött nem lehet az olaj szintje (2. ábra). Ha szükséges, pótoljuk a kívánt olajmennyiséget.



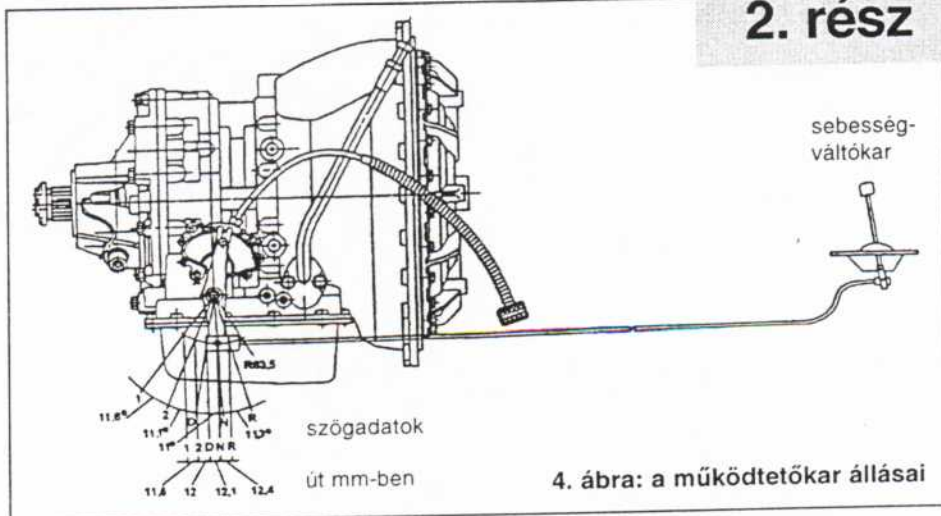
2. ábra: a nívópálca „hot” és „cold” jelzése

A túl alacsony olajszint megnöveli a kopást és a csúszást, míg a túl magas olajszint az olajszivárgás mellett mechanikai sérüléseket idézhet elő.



3. ábra: az olajteknő és az olajszűrő beépítése

2. rész



4. ábra: a működtetőkar állásai

Olajcsere

Az olajcsere 45.000 km-enként hajtásuk végre. A műveletet üzemmeleg hajtóműnél kell elvégezni, amely hőfok eléréséhez elég 8–10 km út megtétele.

1. Állítsuk a járművet sík, vízszintes felületre.

2. Csavarjuk ki az olajleeresztő csavart, és az „A” zárócsavart (3. ábra). Tisztítsuk meg a csavarokat és ellenőrizzük a menetek állapotát.

3. Miután az olaj kifolyt, az „A” zárócsavar furatába vezessünk – a maradék olaj eltávolítása céljából – 1 bar túlnyomású sűrített levegőt.

Vigyázzunk arra, hogy a levegő tiszta és száraz legyen. Az „A” zárócsavarra tekerjünk vékony teflonszalagot, és csavarjuk vissza.

4. Vegyük le az olajteknőt és az olajszűrőt. Az olajteknőt és annak mágnes-szűrőjét tisztítsuk meg.

5. Tegyük fel az új olajszűrőt és az olajteknőt új tömítésekkel, majd a csavarokat 8,6–11 Nm-es nyomatékkal húzzuk meg.

6. Csavarjuk vissza az olajleeresztő csavart, majd 47–55 Nm-es nyomatékkal húzzuk meg.

7. Töltsük fel a hajtóművet ATF-olajjal (7 l), majd a már ismert módon ellenőrizzük az olajszintet.

Az alkalmazott olaj meg kell, hogy feleljen a GM Dexron IID specifikációnak és a Voith G 607 kenőanyaglistának.

Diagnosztikai vizsgálatok

Abban az esetben, ha a nyomaték váltó mechanikus vagy hidraulikus része meghibásodik, az alábbi vizsgálati eljárásokat hajthatjuk végre:

- menetpróba,
- olajnyomásmérés lefekezett határfordulatszámokon.

A vizsgálatok megkezdése előtt ellenőrizzük az olajszintet. A hajtómű csak üzemmeleg állapotban vizsgálható.

Menetpróba

Az eljárás lényege, hogy a gyártó által megadott menetprogram alapján kell a vizsgálatot lefolytatni, kis és teljes gáz mellett, miközben folyamatosan mérjük a jármű sebességét. Azt vizsgáljuk, hogy mely sebességeknél történnek a le- és felkapcsolások, és milyen ezeknek a minősége. Az eljárást a választókar vagy programgombos minden állásában és a programkapcsoló helyzeteiben egyaránt el kell végezni.

A mechanikus és hidraulikus rész hibáinak szétválasztására a vizsgálatot olajnyomásmérésnek kell követnie.

Előfordulhat, hogy a gyári sebességértékektől kissé eltérő eredményeket mérünk. Ez a gyártási szórásból és a különböző gumiabroncsméretekből ered.

A leggyakoribb hibajelenségek és annak kiváltó okai (az elektronikus rendszer jó):

A motor nem indul.

- A választókar és a nyomaték váltón lévő működtetőkar beállítása hibás. A beállítást a következő módon végezzük. Állítsuk a választókart a gyártó által megadott helyzetbe, majd oldjuk a rudazatot és a választókart rögzítő kötetést. A váltón lévő működtető kart állítsuk ugyanebbe a helyzetbe, majd rögzítsük a választókart és a rudazatot, és kapcsoljuk végig az egyes fo-

kozatokat. A működtetőkar helyzeteit a 4. ábra mutatja.

- Az indításgátló relé áramköre szakadt vagy zárlatos.

Előremenetben csúszik a hajtómű.

- Nyomógombsoros hajtóműnél az irányváltó mágnesszelepek áramköre szakadt vagy zárlatos, vagy a szelepek meg vannak szorulva. Ilyen működtetésnél az ECU jelére az előre- és hátramenetet elektropneumatikus szelepek vezérlik, amelyek a működtetőhenger egyik vagy másik munkaterébe engedik a sűrített levegőt (5. ábra). **Figyelem! Abban az esetben, ha a pneumatikus és villamos csatlakozásokat felcseréljük, a jármű elmentéses irányba indul el.**
- Alacsony a fenti rendszernél a levegőnyomás.
- Nagyfokú az olajszivárgás.
- Az olajszivattyú kopott.

Zajos a hajtómű.

- A bolygómű kopott.

Csúszás az egyes fokozatokban (felpörög a motor).

- Az egyes fokozatok szelepei, munkadugattyúi beragadtak.
- A szelepek, munkadugattyúk vagy a kapcsolóelemek kopottak.

Túl kemények a kapcsolások.

- Az egyes fokozatok szelepei, munkadugattyúi beragadtak.

A rövidrezáró tengelykapcsoló nem zár, ill. nem old.

A rövidrezáró tengelykapcsolónak – miközben működtetjük a kézi- és a láb- féket – növeljük a motorfordulatot 1950–

vel annak hatását növeli azáltal, hogy a hidrodinamikus nyomaték-váltó okozta szlippet megszünteti. Ennek bekapcsolását a járművezető által működtetett motorfékkapcsoló révén végezzük, amelynek jelére az ECU a tengelykapcsoló mágnesszelepét vezérli.

- A motorfékkapcsoló áramköre szakadt.
- A munkadugattyú beragadt vagy kopott.
- A mágnesszelep beragadt.

A menetprogramok nem kapcsolhatók.

Az ECU lehetővé tesz különböző menetprogramok alkalmazását, ha azt a jármű menetviszonyai megkívánják. Ezeket külön kapcsoló segítségével a járművezető kapcsolja.

Téli program. Ennek bekapcsolásakor az alacsonyabb módosítású fokozatok tartósabb működésére lehet számítani, hogy főként elinduláskor a hajtott kerekek ne pörögjenek ki.

Hegyi program. Ezen menetprogram lehetővé teszi – a nagyobb vonóerő érdekében – a nagyobb módosítások tartósabb bekapcsolását.

- A programkapcsoló áramköre szakadt.

Olajnyomásmérés lefékezett határ fordulatszámon

A vizsgálat megkezdése előtt ellenőrizni kell a motormechanika állapotát, hogy a kívánt határ fordulatszámot elérje-e. Ezzel egyidejűleg információt kapunk a hajtómű állapotáról is.

Ennek során „D” majd „R” fokozatban – miközben működtetjük a kézi- és a láb- féket – növeljük a motorfordulatot 1950–

2050 1/min értékre (a fordulatszám stabilizálódik).

A vizsgálat során az alábbi szempontokra figyeljünk:

- A jármű előtt és mögött senki nem tartózkodhat.
- A hajtómű túlterhelésének elkerülése végett a művelet 5 s-nál nem tarthat tovább. A két mérés között iktassunk be néhány perc szünetet, hogy a hajtómű lehülhessen.

Az előforduló leggyakoribb hibák és annak okai:

A mért fordulaton túl alacsony.

- A vezetőkerék szabadonfutója megszorult.
- A motor mechanikai állapota vagy beállítása nem megfelelő.

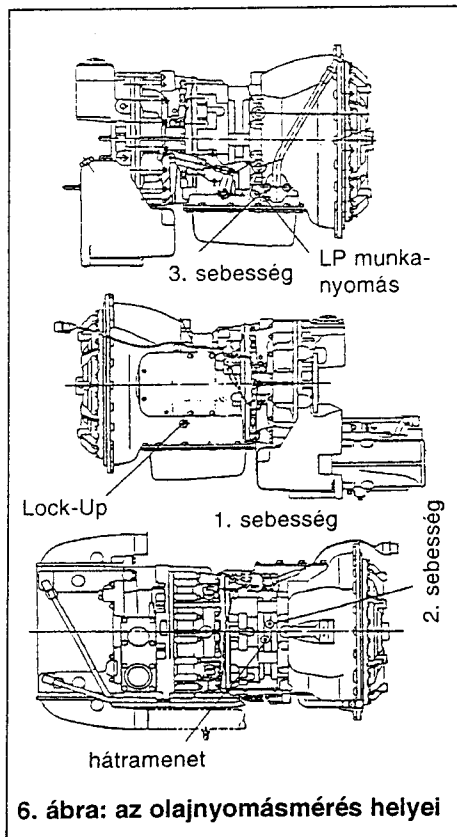
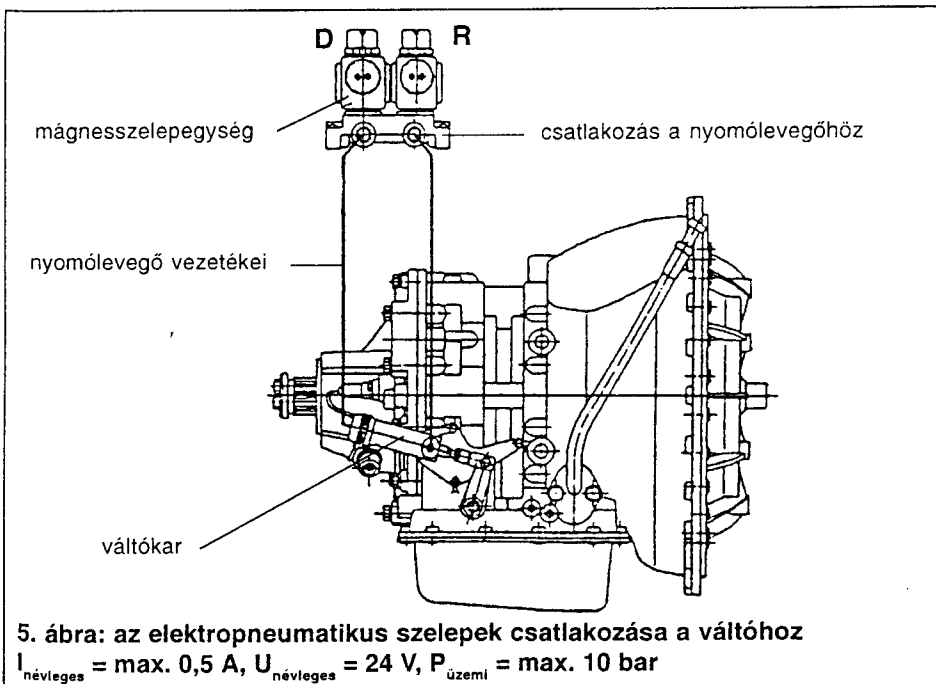
Mindkét fokozatban csúszik a hajtómű.

- Olajszivárgás.
- Az olajszivattyú kopott.

(Folytatás a 31. oldalon.)

Fokozat	Munkanyomás (bar)
1	12,1–19,1
2	5,4–6,5
D	5,5–6,5
R	20–32
Áthidaló tengelykapcsoló	3,8–4,4

3. táblázat: gyári nyomásértékek



(Folytatás a 15. oldalról.)

Csak az egyik fokozatban csúszik a hajtómű.

- A szeleprendszer kopott vagy beragadt.
- A kapcsolóelemek vagy azok munkadugattyúi kopottak.

Ha a vizsgálat során a motor a kívánt fordulatot eléri, sor kerülhet a fenti feltételek mellett a nyomásmérésekre. A 6. ábra a manométerek csatlakozási pontjait, míg a 3. táblázat a gyári nyomásértékeket mutatja.

A hajtómű felújítás utáni ellenőrzése

A nyomatékváltó felújítása után töltjük fel a hajtóművet olajjal, majd végzünk menetpróbát.

Olajfeltöltés

1. Töltsünk a váltóba 8 l ATF-olajat.
2. Húzzuk be a kéziféket, és a hajtómű üres helyzetében járassuk a motort alapjáraton kb. 1 percig.
3. Állítsuk le a motort, és töltsünk további olajat a váltóba.

Wandler méret: 11,5"/11,5"

S ($M_{\text{mot.max.}} = 250-420/150-250 \text{ Nm}$)
- 1 l

12,5" ($M_{\text{mot.max.}} = 400-550 \text{ Nm}$) - 2,5 l

4. Indítsuk be a motort, és működtessük a kéziféket. Kapcsoljuk végig a fokozatokat az alábbi sorrendben: N-R-N-D-N (1-2-D-N) ha van tartósfokozat). Ezt ötször ismételjük meg és ügyeljünk arra, hogy az egyes fokozatok legalább 3-5 s-ig legyenek bekapcsolva.
5. Ellenőrizzük az olajsintet az ismert módon („cold” jelzés a mérvadó).

Menetpróba

Ha a hajtóművet feltöltöttük olajjal, hajtsunk végre – az ismert módon – menetpróbát. Ügyeljünk arra, hogy a váltó üzemmeleg legyen.

A vizsgálat során használjuk a tartósfokozatokat, a menetprogramokat és a motorféket is. Figyeljük a kapcsolások minőségét és a jármű sebességét. A művelet végén ellenőrizzük az olajsintet és az olajszivárgást.

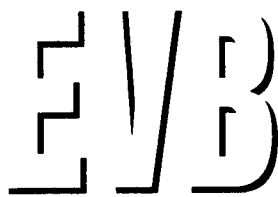
Figyelem!

- A jármű görgős fékpadi vizsgálata csak a váltó üres helyzetében lehetséges.
- Hegesztési munkáknál az elektronika és az adapter csatlakozóját kikapcsolt gyújtás mellett vegyük le.

A nagy tömegű járműveknél mindig gondot okozott a szerelvény tartós fékezésének problémája. Korábbi cikkünkben már említettük az ennek érdekében születtett egyik eszközt, az intardert. Most egy másik szerkezetet szeretnénk bemutatni, ami szintén az üzemi fék megkímélésével teszi biztonságosabbá a nagy tömegű járművek közlekedését.

Kellemes, egyenletes tempóban haladunk az autópályán egy megrakott, 32 tonnás ösztömegű szerelvényvel. Duruzsol a motor, könnyedén tartjuk a 80-as tempót. Az út egy enyhe lejtőre megy át, nosza, vegyük le a lábunkat a gázról és majd a motorfék elintézi a sebesség megtartását. Azonban a gépkocsi nagy tömege miatt ez már kevés, és gyorsulni kezd az autó. Hát lépünk rá a „bubu”-ra, a kipufogófékre. Megnő a motorzaj, de érezhető a szerelvény lassulása. Ez a fránya lejtő azonban meredekebbé vált. Sajnos, már nem elegendő a motorfék + a kipufogófék. Ilyenkor lehetne az intardert bekapcsolni, vagy ha az nincsen, akkor bizony már a fékpédálra kellene rálépni.

De miért ne lehetne a kipufogófék hatásszösségét növelni? Miért kell külön szerelvényeket beépíteni, miért nem lehet a már meglévőket jobban kihasználni? Így gondolkodtak a Steyr gyár szakemberei is, amikor elóvték a kipufogófék témáját. Hogyan is működik a kipufogófék? A hengerekből a kipufogóütemben kiáramló gázok útjába a kipufogócsonk után, de lehetőleg annak közvetlen közelében egy torlótárcsát helyeznek el. Ez úgy néz ki, mint a fojtószelep a benzínüzemű motoroknál, de vastosabb kialakítású. Alaphelyzetben a torlótárcsa a cső falával párhuzamosan áll, hogy minél kisebb akadályt jelentsen a kiáramló gázoknak. A kipufogófék bekapcsolásakor – általában egy pneumatikus henger segítségével – a torlótárcsát a cső falára merőleges állásba fordítják, hogy megakadályozza a gázok kiáramlását. Azért kell a lehető legközelebb a kipufogócsonkhoz elhelyezni, hogy minél hamarabb megteljen a csőszakasz az összes hengerből kiáramló gázokkal, amelyek



KIPUFOGÓVAL IS LEHET FÉKEZNI?

ilyen módon a nyitott kipufogószelepen keresztül megnehezítik a kipufogógázok kiáramlását, és így lassítják a dugattyú mozgását, ami a forgattyús mechanizmuson, a sebességváltón és a tengelyeken keresztül végül is a jármű mozgását is lassítja. A fentiekből látható, hogy gyakorlatilag a négy ütemből az egyik – a kipufogás – során működik hatásosan a kipufogófék. De melyik ütemben mozog még felfelé a dugattyú? Hát persze, a sűrítési ütemben! Azonban amikor a kipufogóféket használjuk, akkor az adagoló 0 töltésen áll, tehát a sűrítési ütem végén nem következik be az égési ütem, tehát csak a beszívott levegőt sűríti össze a dugattyú. Ez azonban kevésbé fékezi a dugattyú mozgását, mintha a nyitott szelepen keresztül a kipufogófék gázoszlopa ellenében kellene a dugattyúnak mozognia. Készítünk akkor egy olyan szerkezetet, amely a sűrítési ütemben megnyitja a kipufogószelepet, hogy a kipufogófék hatása érvényesüljön.

A kísérletek azt mutatták, hogy a kipufogószelep nyitására nem is kell külön szerkezet! Ha alaposan megfigyeljük a kipufogószelep viselkedését a kü-

lönöző üzemmállapotokban, akkor megfigyelhetjük, hogy a bekapcsolt kipufogófék működésekor olyan erős ellennyomás lép fel a kipufogócsonkban, hogy a szomszédos sűrítési ütemben lévő henger kipufogószelepét a szeleprugó ereje ellenében az összesűrített gáz megemeli a szeleplülésről.

Ez remek, akkor ehhez nem kell külön szerkezetet kitalálni!

Most már csak meg kellene tartani ebben a helyzetben. Olyan kicsi ez a szelepmozdulás, hogy itt mechanikus, racsnis szerkezet nem jöhet szóba. Akkor tegyük a szelepszár végére, a szelephimba fejérszébe egy olyan hengert, amely olajnyomás alatt áll. Az olajnyomás hatására a henger követi a szelep elmozdulását és egy visszacsapó szeleppel összekapcsolva meg is tartja ebben a helyzetében. Ilyenkor azonban a szelepmozgató rendszerben nagy feszültségek keletkeznek. Ennek elkerülésére a szelephimba fölé egy kitámasztót szerelnek, amely hasonlóan működik, mint a himbába épített henger és tehermentesíti a szelepmozgató rendszert. A hengerekben olyan kialakítású az olajcsatorna,

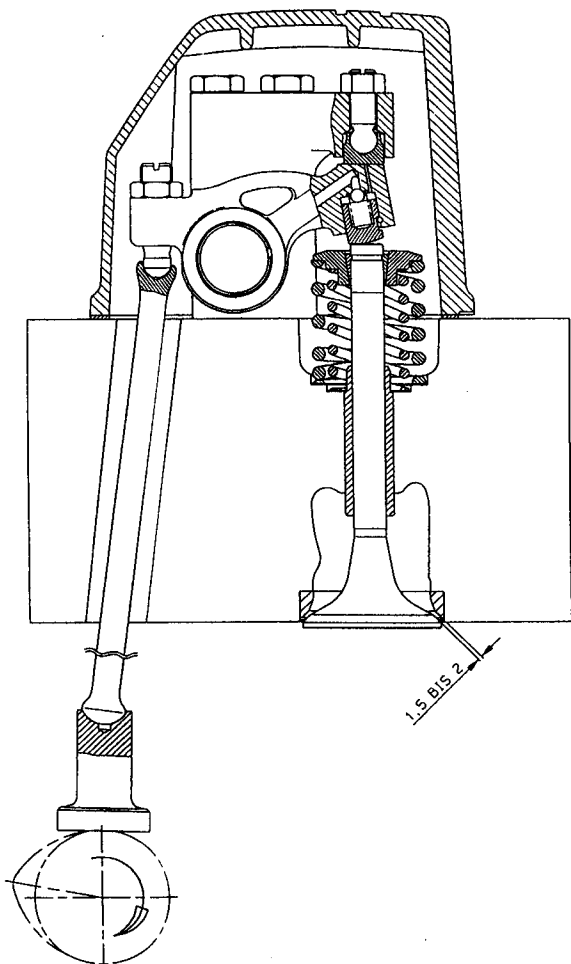
hogy a következő kipufogási ütemnél, amikor a szelephimba lenyomja a kipufogószelepet, akkor mindkét hengerben megszűnik a nyomás és az egész szelepemelő rendszer hagyományos módon működik.

Tehát a szelepszár vége és a szelephimba közé olyan henger került, ami olajnyomás alatt áll és követi a szelep elemelkedését a sűrítési ütemben.

Olajnyomás alatt álló henger a szelep felét? Hiszen ez a hidraulikus szelepemelő!!!

Így tehát két legyet ütöttünk egy csapásra! Megnöveltük a kipufogófék teljesítményét és a kipufogószelep fölé hidraulikus szelepemelő került, ami többek között csökkenti a szelepek működéséből adódó zajszintet.

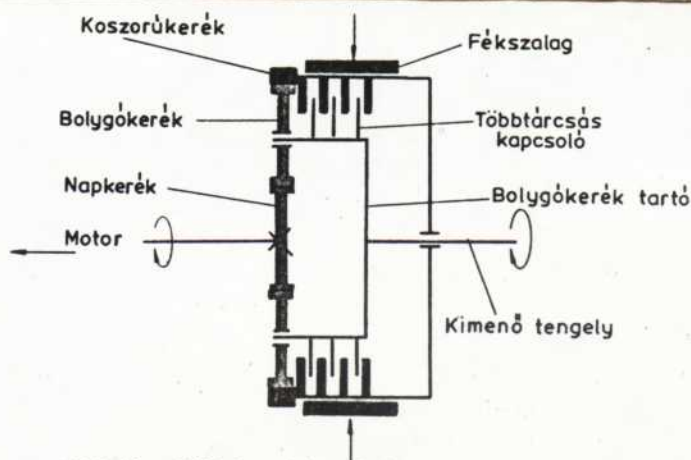
A Steyr gyár mérnökei fejlesztették ki ezt a szerkezetet, amit az 1996-os hannoveri vásáron az MAN gyár mutatott be EVB (Exhaust Valve Brake) néven. Ebben semmi különlegesség nincs, hiszen köztudott, hogy a müncheni óriás megvásárolta a nagy hagyományokkal rendelkező osztrák tehergépkocsigyárt. Ilyen módon megint egy végtelenül egyszerű szerkezet jött létre, ami azonban működésében nagyszerű, hiszen 60 százalékkal megnövelte a kipufogófék hatásos teljesítményét.



Tóth Károly

Bolygómű mint

nyomaték váltó



39.3. ábra. Kétfokozatú bolygóműves nyomaték váltómű

A bolygómű alapvető működési szabálya, hogy a napkerék és a koszorúkerék fogszámának összege egész számú többszöröse legyen a bolygókerék számának, mert különben a bolygómű nem szerelhető össze.

A bolygómű mint kétfokozatú nyomaték váltó működtethető, ha a 39.3. ábra szerint van felépítve. A motor a napkereket hajtja (ez egyenes fogazású, hengeres fogaskerék) és ehhez csatlakoznak a bolygókerék a bolygókerék-tartóval. A bolygókerék-tartó tengelye egyben a nyomaték váltómű kimenő-tengelye. A bolygókerék körül helyezkedik el a koszorúkerék, amelyet kívülről körbefog a fékszalag. A koszorúkerékhez és a bolygókerék-tartó között többtárcsás kapcsoló van, amellyel a rövidzárás megvalósítható.

Ha nem fékezzük a koszorúkereket és a többtárcsás kapcsolót sem működtetjük, akkor a nyomaték váltómű semleges helyzetben van. Ebben az

esetben a napkerék jobbra forgásakor a bolygókerékek balra forognak és balra forgatják a koszorúkeréket. A koszorúkerék forgása miatt a bolygókerékek haladni nem tudnak, ezért a bolygókeréktartó és a kimenőtengely szabadon elforog vagy áll.

Ha a koszorúkeréket fékezzük, a bolygókerékek legördülése miatt a bolygókeréktartó áttétellel hajtja a kimenőtengelyt. Amikor a napkerék jobbra forog, a bolygókerékek balra forognak és az álló koszorúkeréken jobbra legördülnek. A legördülés sebessége azonos a kimenőtengely sebességével. Mivel a napkerék a hajtó, a koszorúkerék a fékezett rész, a bolygómű a legnagyobb áttételt biztosítja és ez az első nyomatékfokozatnak felel meg.

Ha csak a többtárcsás kapcsolót működtetjük (a tárcsákat összeszorítjuk), a koszorúkeréket és a bolygókeréktartót összekapcsoljuk, azaz a bolygóművet rövidrezárjuk. A bolygómű részei nem tudnak egymástól elmozdulni, így ha a napkereket forgatjuk, akkor a kimenőtengely a hajtótengely sebességével forog. Ekkor a nyomatékváltómű közvetlen fokozatot biztosít. *A nyomatékváltóműnek tehát van semleges helyzete, áttételes és közvetlen fokozata.* Ennél a szerkezetnél nem lehet hátramenetet kapcsolni, mert ahhoz külön bolygóműre van szükség.

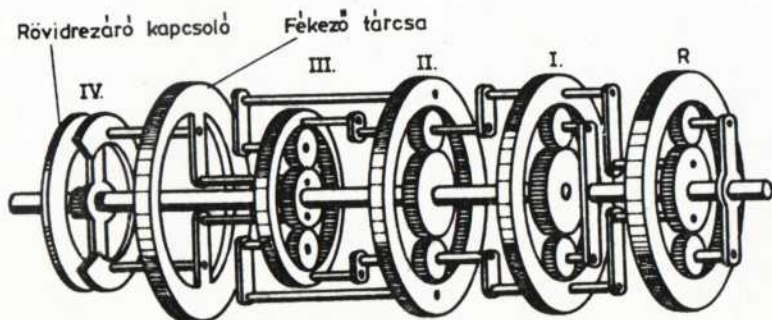
B) A WILSON-ELV LÉNYEGE

127

Az előzőkből tudjuk, hogy egy bolygóművel csak két fokozatot tudunk létrehozni. *Ha több bolygóművet kapcsolunk egymás után, akkor a kapcsolható fokozatok száma nő.* Ennek az elvnek alapján készültek már 1908-tól a Ford T. típusú gépkocsik nyomatékváltói. Ez volt az alaptípus, amelyből később a Wilson-rendszerű nyomatékváltómű kialakult.

A Wilson-nyomatékváltóműveket különösen nagyobb gépkocsikhoz, autóbuszokhoz és tehérgépkocsikhoz használták.

A Wilson-rendszerű nyomatékváltómű több bolygóműből álló fogaskerék-szerkezet (39.4. ábra).



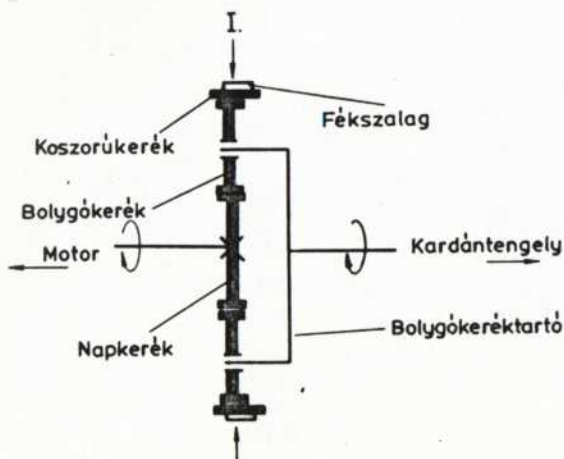
39.4. ábra. Wilson-rendszerű részben önműködő nyomatékváltómű felépítése

A bolygóművek különböző szerkezeti részekkel egymáshoz kapcsolódnak. A nyomatékváltómű kimenőtengelyének hajtását az első bolygómű végzi, amelynek napkereket a motor hajtja. Az I. nyomatékfokozat áttételét az első bolygómű biztosítja. A többi fokozat úgy jön létre, hogy a sorbakapcsolt bolygóművek segítségével az I. nyomatékfokozat áttétele csökken. Ez azt jelenti, hogy a többi fokozat áttételét csak több bolygómű egyidejű működése képes biztosítani. A közvetlen fokozatot a teljes bolygóműrendszer rövidrezárásával, egy súrlódótárcsás tengelykapcsoló bekapcsolásával valósítják meg. A négy előremeneti fokozatot három bolygómű, a hátramenetet egy negyedik bolygómű biztosítja.

C) WILSON-RENDSZERŰ, RÉSZBEN ÖNMŰKÖDŐ, NYOMATÉKVÁLTÓMŰ SZERKEZETE ÉS MŰKÖDÉSI ELVE

A Wilson-nyomatékváltómű bolygómű rendszerét a 39.4. ábra mutatja. (Az ábrázolás és áttekinthetőség, továbbá a vonalas rajzokkal végzett könynyebb egyeztetés végett rajzoltuk a bolygóműveket két-két bolygókerékkel.) Az ábrázolt rendszerrel a jelölt első, második és harmadik bolygómű a nyomatékváltómű I., II. és III. fokozatát létesíti. A közvetlen fokozatot a bolygóművek elé szerelt kúpos, súrlódótárcsával kapcsolják. A hátramenetet biztosító *R* bolygómű sorrendben az utolsó. A négy bolygóműhöz négy fékszerkezet tartozik (az ábrán a bolygóműrendszer áttekinthetősége végett a fékszalagok nincsenek feltüntetve).

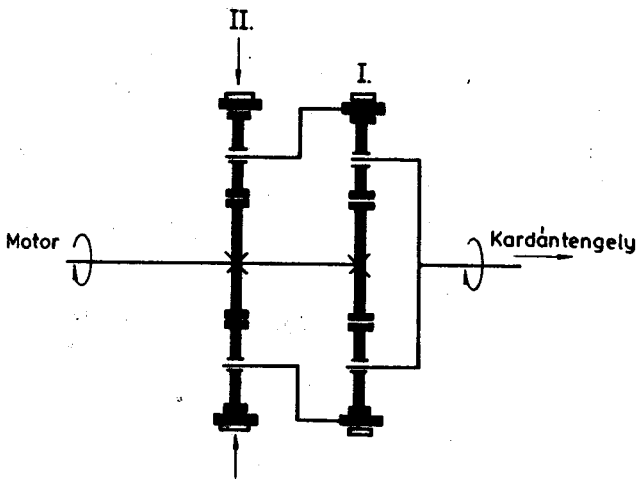
A nyomatékváltómű szerkezeti felépítését és működési elvét úgy ismerhetjük meg legegyszerűbben, ha a bolygóműveket egyenként — rajzban — összeépítjük.



39.5. ábra. Wilson-nyomatékváltómű I. fokozatban működő egysége

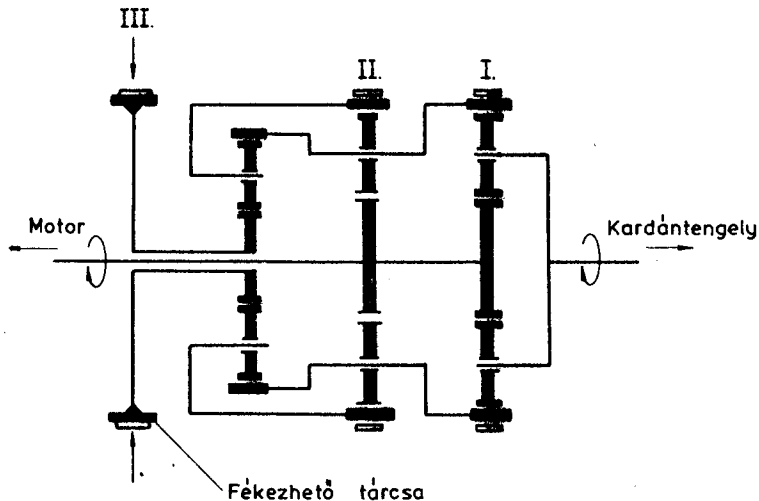
I. fokozat (39.5. ábra). A motor az I. nyomatékfokozat bolygóművének napkereket jobbra forgatja és a koszorúkereket a fékszalaggal lefékezzük. A bolygókerekek, a forgó napkerék és az álló koszorúkerék között, balra forogva, jobbra legördülnek. A bolygókeréktartó a legördülés sebességével hajtja a kimenő, ill. a kardántengelyt.

II. fokozat. Az I. nyomatékfokozat bolygóművéhez kapcsolunk egy második bolygóművet. Ez a II. nyomatékfokozat bolygóműve. A második bolygómű bolygókeréktartója az első koszorúkerekéhez csatlakozik. Ezt mutatja a 39.6. ábra. A II. fokozat bekapcsolásakor a második bolygómű koszorúkerekét fékezzük. Ekkor a második bolygómű bolygókerekeinek legördülési sebességével forog az első bolygómű koszorúkereke, így a forgó napkerék és az ennél lassabban forgó koszorúkerék között gördülnek le a bolygókerekek. Ezáltal az első bolygómű bolygókeréktartója gyorsabban forog, mint az I. fokozatban és gyorsabban – tehát kisebb áttétellel – forgatja a kardántengelyt. Így jön létre a II. fokozat. *Ebben jut kifejezésre a Wilson-elv.*



39.6. ábra. Wilson-nyomatékváltómű II. fokozatban működő egysége

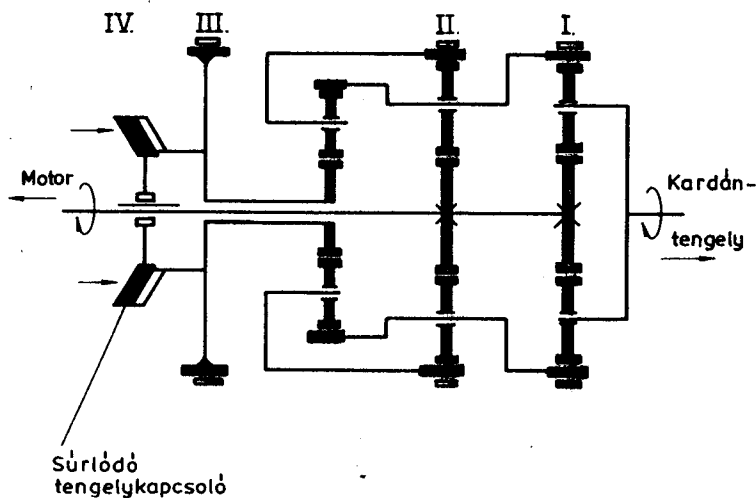
III. fokozat. Létrehozásához szükséges egy harmadik bolygómű, amelyet az első kettőhöz kapcsolnak. Ez a 39.7. ábrán látható. A harmadik bolygómű napkereket nem ékelik a motor hajtotta bemenőtengelyre, hanem az egy fékezhető tárcsához kapcsolódik, amit a III. fokozat kapcsolásakor fékszalaggal fékezünk. A harmadik bolygómű bolygókeréktartóját összekapcsolják a második bolygómű koszorúkerekével, míg a harmadik bolygómű koszorúkerekét a második bolygómű bolygókeréktartójával. A III. fokozat bekapcsolásakor a fékezőtárcsát lefékezzük, ezért a bolygómű napkereke megáll. A második bolygómű napkereke a bolygókerekeket, valamint a bolygókeréktartót a motorral azonos irányban forgatja. Minthogy a második bolygómű bolygókeréktartója a harmadik bolygómű koszorúkerekét forgatja, ezáltal kényszeríti,



39.7. ábra. Wilson-nyomatékváltómű III. fokozatban működő egysége

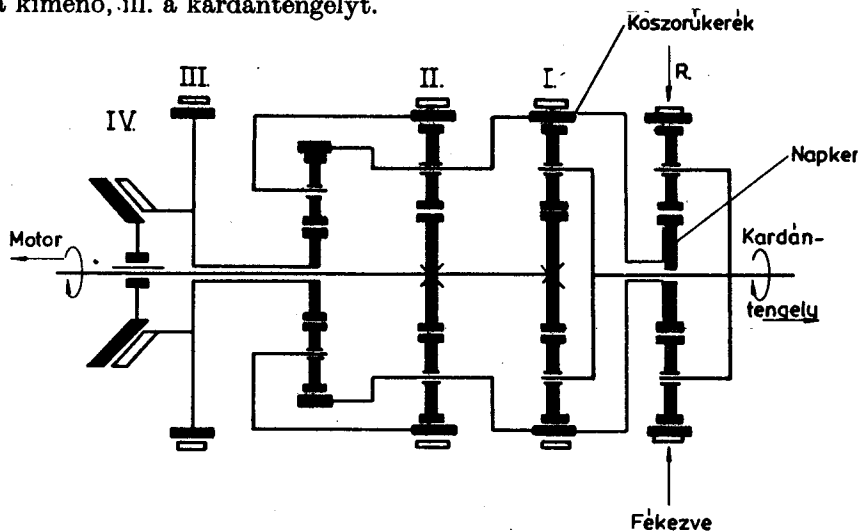
hogy a harmadik bolygómű bolygókerekei az álló napkerék körül, a motor forgásával azonos irányban forogjanak és így forgassák a második bolygómű koszorúkerekét is. Mivel a második bolygómű napkereke és koszorúkereke is forog (fordulatszám-különbséggel), a bolygókerekek legördülése gyorsul és így gyorsabban forog az első bolygómű koszorúkereke is. Az első bolygómű felgyorsult koszorúkereke és a forgattyútengely sebességével forgó napkerék között legördülő bolygókerekek a bolygókeréktartóval gyorsabban forognak, mint a II. fokozatban, így ez lesz a III. fokozat. Ezt az áttételt továbbítja a kardántengely a kiegyenlítőmű felé.

IV. fokozat (közvetlen hajtás). Bekapcsolását súrlódásos, kúpos tengelykapcsoló biztosítja, amelynek egyik fele a fékezőtárcsához, a másik fele a hajtótengelyhez kapcsolódik. Megoldását a 39.8. ábra szemlélteti. Ha a súrlódó-



39.8. ábra. Wilson-nyomatékváltómű IV. fokozatban működő egysége

kapcsolót zárjuk, a harmadik bolygómu napkerekere mereven össze van kapcsolva a nyomatékvaltomu hajtótengelyével, ezáltal a bolygómuveket rövidre zárjuk és azok egyes részei nem tudnak külön-külön elfordulni. Így az egész rendszer egy egységként forog és a motor tengelyének fordulatszámával forgatja a kimenő, ill. a kardántengelyt.

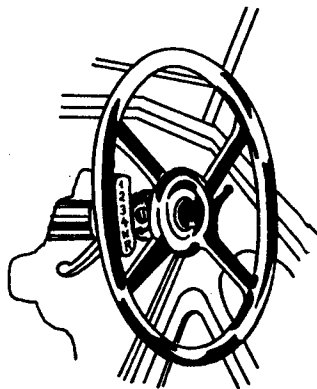


39.9. ábra. Wilson-nyomatékvaltomu R helyzetben működő egysége

Hátramenet. Kapcsolását az első bolygómu után elhelyezett, külön hátrameneti bolygómu végzi. A 39.9. ábrán látható — az R hátramenet bolygómuval együtt — a Wilson-rendszerű nyomatékvaltomu bolygómurendszere. A hátrameneti bolygómu napkerekét az első bolygómu köszorúkerekere forgatja. Ez a kimenőtengelytől függetlenül elforoghat, mert nincs arra ékelve. A hátrameneti bolygómu bolygókeréktartója — az első bolygómu bolygókeréktartójával együtt — a kimenőtengellyel van összekapcsolva. Hátramenetkor a hátrameneti bolygómu köszorúkerekét fékezzük (rögzítjük), ennek következtében az előző három bolygómu köszorúkerekere és bolygókeréktartója a forgattyútengely forgásával ellentétesen, tehát balra forog. *Az első bolygómu köszorúkerekere balra forgatja a hátrameneti bolygómu napkerekét. A jobbra forgó bolygókerékek az álló köszorúkeréken balra legördülve, balra forgatják a kardántengelyt, ezért a gépkocsi hátrafelé halad.*

Semleges helyzet. E helyzetben nem működtetjük sem a fékszalagokat, sem a súrlódó tengelykapcsolót, így a bolygómu-elvnel tárgyaltak szerint az elemek szabadon elforoghatnak. Reakciónyomatékot felvevő szerkezet hiányában nem jön létre nyomatékmódosítás és nyomatékátadás (hajtás), tehát a kardántengely áll.

A Wilson-rendszerű nyomatékvaltomu részben önműködően kapcsolja a fokozatokat.



39.10. ábra. Wilson-nyomatékváltómű előválasztó karja

A gépkocsivezető a szerelvényfalon vagy a kormányoszlopon elhelyezett előválasztókart a fokozatjelző tábla előtt elmozdítja. Így meghatározza a kapcsolandó hátra-, ill. előremenetet, ezen belül az egyes fokozatokat. A tábla, a nyomatékváltómű szerkezetétől függően 1 2 3 4 N R jelzést tartalmaz. A számok az előremenet fokozatait, az N (Neutral — ejtsd: Nyutrel) a semleges helyzetet és az R (Reverse — ejtsd: Röversz) a hátramenetet jelenti. Ilyen szerkezetet mutat a 39.10. ábra. Az előválasztókar elmozdítása, vagyis a nyomatékfokozat előválasztása után, meg kell nyomni — majd el kell engedni — egy kapcsolót vagy egy nyomógombot. Ekkor bekapcsolódik az új fokozat. *E rendszer az előre kiválasztott fokozatot csak utólag kapcsolja, ezért előválasztós rendszernek nevezzük.*

ÖSSZEFOGLALÁS

A hagyományos nyomatékváltóművek kezelése a vezető figyelmét és erőfeszítését igényli.

A bolygómű-elvre épülő Wilson-rendszerű nyomatékváltóműnél a gépkocsivezető lényegesen kevesebb munkát fejt ki, mint a hagyományos nyomatékváltóműveknél. Kezelése sem köti le annyira a figyelmet. Egy bolygómű két-fokozatú nyomatékváltóműként alkalmazható. Ha több bolygóművet kapcsolunk össze, akkor a kapcsolható fokozatok száma nő, így több fokozatú nyomatékváltóművek is építhetők.

A Wilson-rendszerű nyomatékváltóműnél az I., II. és R fokozatot a megfelelő koszorúkerek, a III. fokozatot a féktárcsa lefékezésével érjük el. A IV. fokozat, vagy közvetlen menet kapcsolásakor a bolygóműveket rövidre zárjuk, így a forgattyútengely nyomatéka módosítás nélkül jut el a kardán-tengelyhez.

A kapcsolószerkezet előválasztó rendszerű. A nyomatékváltómű részben önműködő, mivel a gépkocsivezető választja ki a kapcsolandó fokozatokat és működteti a kapcsolószerkezetet.

2.66 Bolygóműves sebességváltók

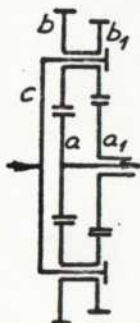
A mechanikus sebességváltóművek második legelterjedtebb típusa bolygóműves rendszerű. Szívesen alkalmazzák a bolygóműveket szorzóváltó nagy lassító áttételének megvalósításánál, valamint a differenciálművek után a hajtókerekeknél elhelyezett oldalhajtóművekben, ahol szintén nagy lassító áttételt kell biztosítani.

A hidromechanikus sebességváltóművek mechanikus része is leggyakrabban bolygóműves rendszerű. Ezenkívül nagy feladat vár még a bolygóművekre azokban a nagy lassító áttételekben, melyeket a jelenleg kísérleti stádiumában tartó gázturbinás gépjárműmotorokkal ellátott járművek számára terveznek. Ilyen irányú tervezések és kísérletek hazánkban is folynak, a KGST integrált kutatási-fejlesztési terveiben a mi kutatóintézeteink fő feladata a hajtómű szerkesztése. Eddigi tanulmányaink során ismerjük a gázturbina gépkocsimotorként történő alkalmazásának előnyeit és hátrányait. A hajtómű szerkesztésénél az okoz problémát, hogy a gázturbina üzemi fordulatszámja sokszorososa a dugattyus motorokénak, ezért a kerekek hajtása csak nagy lassító áttételek közbeiktatásával történhet. E nagy lassító áttételek biztosítására folynak a kísérletek egy kedvező hatásfoku, egyszerű, üzembiztos és tömeggyártási eljárással is olcsón készíthető bolygóműves hajtómű előállítására.

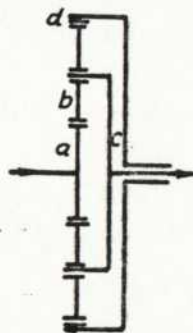
A járművek sebességváltóiban leggyakrabban a homlokkerekes bolygóműveket alkalmazzák, melyek két csoportra oszthatók:

1. külsőfogazású bolygóművek
2. belsőfogazású bolygóművek

A külsőfogazású bolygóművekben csak külső fogazású homlokkerekek vannak (2.75. ábra), a belsőfogazású bolygóművekben viszont a bolygókerék egy belsőfogazású gyűrűkeréken gördülnek le (2.76. ábra).



2.75. ábra
Külsőfogazású bolygómű



2.76. ábra
Belsőfogazású bolygómű

A bolygóművek fő előnye, hogy kis méreteik ellenére nagy teljesítmények átvitelére alkalmasak, nagy nyomatékmódosítás (áttétel) mellett. A be- és kimenő tengelyek középvonala közös, igen sokféle beépítési változatuk lehetséges. Az egyes elemek szalagfékkel vagy többlemezes kapcsolókkal fékezhetők, illetve rögzíthetők.

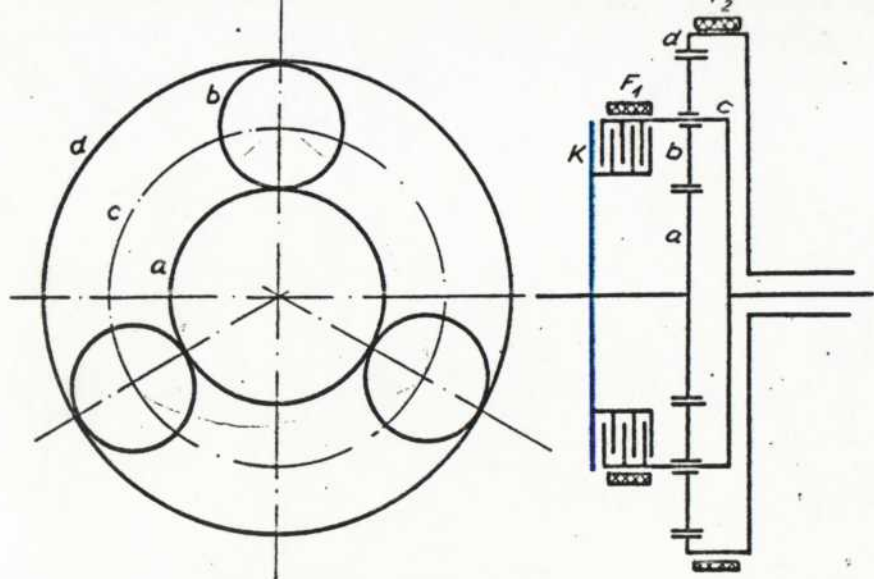
A bolygóműves sebességváltók minden nehézség nélkül kombinálhatók centrifugális vagy hidrodinamikus önműködő tengelykapcsolókkal és kiválóan alkalmasak automatikus működtetésre is.

A gépkocsik sebességváltómeveiben elsősorban belsőfogazású bolygóműveket alkalmaznak, de már hatvan évvel ezelőtt is működtek gépkocsik - például a híres Ford "T" modell - külsőfogazású bolygóműves sebességváltóval, és napjainkban is létezik korszerű külsőfogazású bolygóműves váltótípus.

2.6.6.1 Egyszerű belsőfogazású bolygómű

A 2.77. ábrán látható belsőfogazású bolygómű részlet:

- napkerék (a),
- bolygókerék (b), melyek a
- bolygókeréktartókarra (c) vannak ágyazva,
- belsőfogazású gyűrűkerék (d), vagy másnéven koszorúkerék.



2.77 ábra
Belsőfogazású bolygómu

A bolygókerékek feladata, hogy összeköttetést biztosítsanak a bolygókeréktartókkal azonos középpontú két kerék - a napkerék és a belsőfogazású gyűrűkerék - között.

A három főelem - a napkerék, a koszorukerék és a bolygókeréktartókar - közül bármelyik szolgálhat a teljesítmény leadására, a másik a teljesítmény felvételére, a harmadik főelemet azonban rögzíteni kell. Ilyen feltételek mellett az egyszerű belsőfogazású bolygómuvel a következő hét-féle mozgásállapot valósítható meg:

	Hajtó elem	Hajtott elem	Fékezett elem	A hajtott elem for- gásiránya	Áttétel
1	a	c	d	azonos	lassító
2	a	d	c	ellenkező	lassító
3	c	a	d	azonos	gyorsító
4	c	d	a	azonos	gyorsító
5	d	a	c	ellenkező	gyorsító
6	d	c	a	azonos	lassító
7	összekapcsolva			azonos	1 : 1

A nyomatékmódosításnál fellépő reakciónyomatékok mindegyike lefékezett (álló) elem veszi fel, melynek rögzítése szalagfékkel vagy többlemezes kapcsolóval történik.

Az egyszerű belsőfogazású bolygómuvel megvalósítható áttételek mérete a bolygómu főelemeinek méreteitől függ, melyeknek egymás közötti viszonyaiban a következő kötöttségek vannak:

a) a gyűrűkerék átmérője a napkerék és a két bolygókerék átmérőjének összege:

$$d = a + 2b$$

b) a bolygókeréktartókar átmérője a napkerék és a gyűrűkerék átmérője összegének a fele:

$$c = \frac{a + d}{2}$$

A bolygómuvek áttétele kiszámítható, de egyszerűbb, ha az áttélt grafikus szerkesztési módszerrel a sebességtervből készített fordulatszámtervből határozzuk meg Kutzbach-féle eljárással. A Kutzbach-féle szerkesztési eljárás a kinetika azon tételén alapszik, miszerint ha egy síkban ismeretlen középpont körül forgó merev test két pontjának pillanatnyi sebessége ismert, akkor bármely pontjának pillanatnyi sebessége meghatározható. Az egyszerű belsőfogazású bolygómunél a bolygókerék fogható fel ilyen merev testnek, mivel ennek a bolygómu mindhárom főelemével van közös pontja: középpontja a bolygókeréktartókarra van ágyazva, kerületén pedig a két központi kerékkel - a napkerékkel és a gyűrűkerékkel - van kapcsolatban. A bolygókerék pillanatnyi sebessége az említett három pontban, éppen a három főelemnek ugyanazon helyet vett kerületi sebességévé egyenlő.

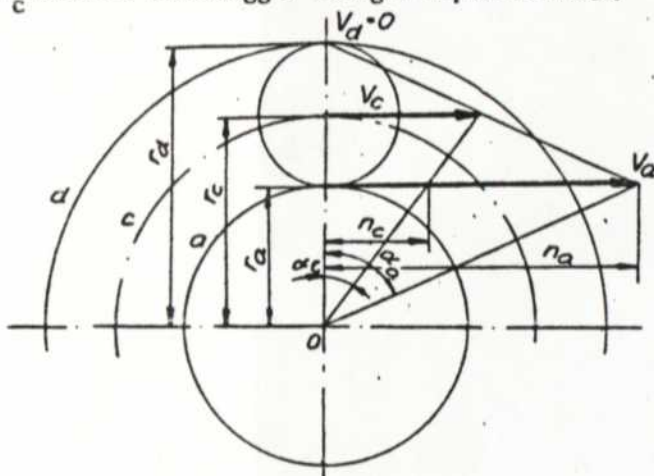
A három kerületi sebesség közül kettőt meghatároz az, hogy a bolygómu a fenti hét eset melyik csoportjába tartozik, illetve mekkora a hajtóelem kerületi sebessége, a harmadik kerületi sebesség pedig az előző kettőből szerkeszthető. A kerületi sebességeket vektorokkal ábrázoljuk. Bármely két sebességvektor végpontját összekötő egyenes mértani helye a harmadik sebességvektor végpontjának is. Az összekötő egyenes tehát kimetszi egyrészt az ismeretlen harmadik sebességvektort, másrészt a bolygókerék pillanatnyi forgásközéppontját.

A bolygómu egyes főelemeinek fordulatszámát, illetve az azzal arányos egyeneseket, a bolygómu középpontjából a vektorok végpontján keresztül fektetett sugarak metszik ki egy, a vektorokkal párhuzamos tetszőlegesen helyen felvett egyenesen.

Az alábbiakban az egyszerű belsőfogazású bolygómu két alapeseténél sebesség- és fordulatszám-viszonyait, illetve áttételét határozzuk meg Kutzbach-féle szerkesztési eljárással.

1. esetben a napkerék a hajtóelem, a bolygókeréktartókar a hajtóelem, a gyűrűkerék pedig rögzített.

A napkerék V_a kerületi sebessége megállapítható átmérőjének és fordulatszámának ismeretében. A V_a sebességvektort felmérjük a napkerék kerületére (2.78. ábra). A gyűrűkerék kerületi sebessége $V_d = 0$. A V_a vektor végpontját és a $V_d = 0$ pontot összekötő egyenes kimetszi a bolygókerék kerületi sebességét, miközben az a napkeréken és az álló gyűrűkeréken legördül. Középpontjának kerületi sebessége V_c . A bolygókerék tehát V_c kerületi sebességgel kering a napkerék körül.



2.78 ábra
A napkerék hajt, a gyűrűkerék rögzített

$$V_c = \frac{V_a}{2}$$

A fordulatszámok megállapítása:

A 2.78. ábra jelölései alapján:

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{V_a}{r_a} = \frac{r_a \cdot \omega_a}{r_a} = \omega_a = n_a \cdot \frac{\pi}{30}$$

és

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{V_c}{r_c} = \frac{r_c \cdot \omega_c}{r_c} = \omega_c = n_c \cdot \frac{\pi}{30}$$

Ezek szerint a sebességvektor hajlásszögének tangense arányos az illető bolygómuvelem fordulatszámával. Tehát amelyik elem sebességvektorának iránytangense nagyobb, annak az elemnek a fordulatszáma is ará-

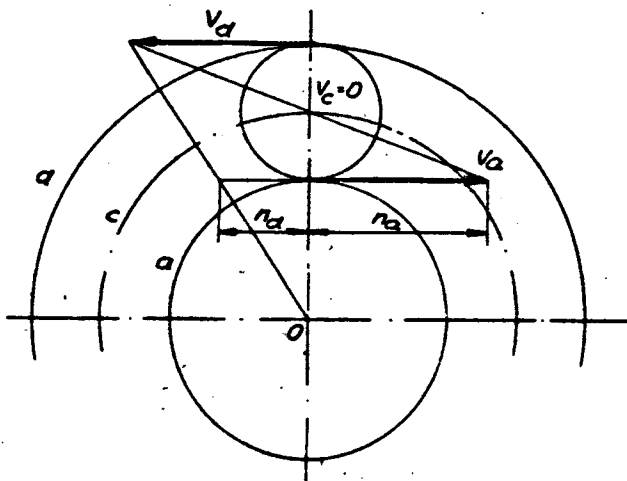
nyosan nagyobb. Ebből az is következik, hogy az egyes elemek fordulatszámára tetszőleges sugáron szerkeszthető, mert arányuk mindig ugyanaz marad.

A fentiek alapján az egyes elemek fordulatszámait könnyen ábrázolhatók. Ábránkon a V_a vektort választottuk egyúttal az n_a vektornak is, ekkor ugyan ezen a sugáron az n_c vektort kimetszi a V_c vektor végpontját az origóval összekötő egyenes.

A hajtó és a hajtott elem fordulatszámának aránya a bolygómu áttételét adja:

$$i = \frac{n_a}{n_c}$$

2. esetben a napkerék a hajtóelem, a gyűrűkerék a hajtott, a bolygókeréktartókar pedig rögzített (2.79. ábra).



2.79 ábra

A napkerék hajt, a bolygókeréktartókar rögzített

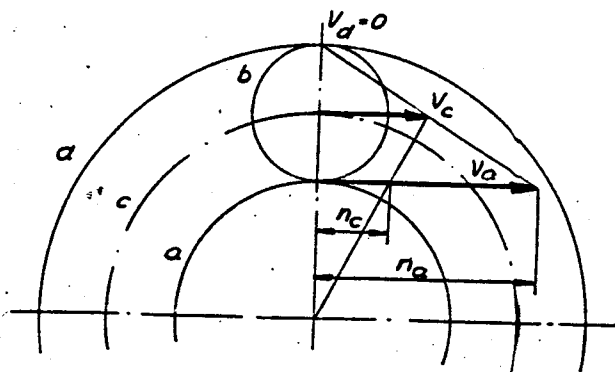
$$V_a \text{ adott; } \quad V_c = 0; \quad V_d = -V_a$$

A hajtott gyűrűkerék ellentétes értelemben forog, mint a hajtó napkerék. Az áttétel a hajtó és a hajtott elem fordulatszámának arányából:

$$i = \frac{n_a}{-n_d} = -\frac{n_a}{n_d}$$

ahol a "-" előjel ellentétes forgásértelmet jelent.

3. esetben a bolygókeréktartókar a hajtóelem, a napkerék a hajtott, a gyűrűkerék pedig rögzített (2.80. ábra).



2.80. ábra

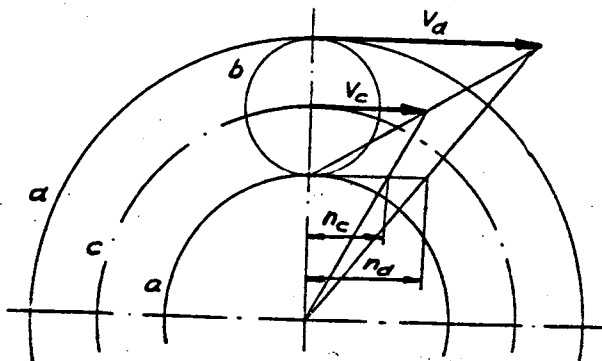
A bolygókeréktartókar hajt, a gyűrűkerék rögzített

$$V_c = \text{adott}; \quad V_d = 0; \quad V_a = 2 \cdot V_c$$

A hajtó és hajtott elem azonos irányban forog. Az áttétel:

$$i = \frac{n_c}{n_a}$$

4. esetben a bolygókeréktartókar a hajtóelem, a gyűrűkerék a hajtott, a napkerék pedig rögzített (2.81. ábra).



2.81. ábra

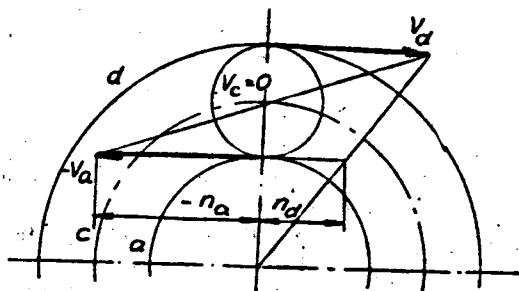
A bolygókeréktartókar hajt, a napkerék rögzített

$$V_c = \text{adott}; \quad V_a = 0; \quad V_d = 2 \cdot V_c$$

A forgásirány azonos, az áttétel:

$$i = \frac{n_c}{n_d}$$

5. esetben a gyűrűkerék a hajtóelem, a napkerék a hajtott, a bolygókeréktartókar pedig rögzített (2.82. ábra).



2.82. ábra

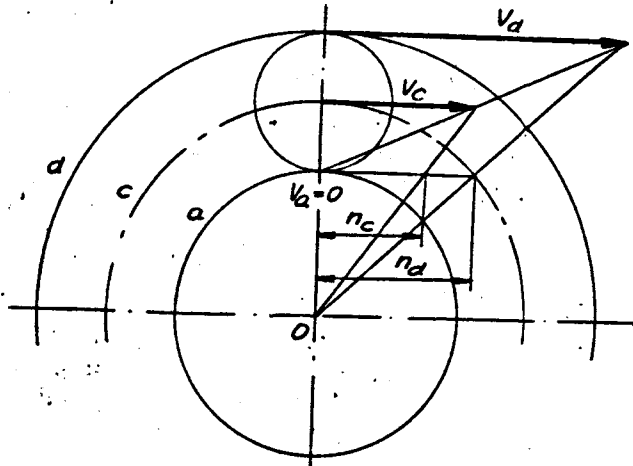
A gyűrűkerék hajt, a bolygókeréktartókar rögzített.

$$V_d = \text{adott}; \quad V_c = 0; \quad V_a = -V_d$$

A hajtott napkerék ellentétes irányban forog, mint a hajtó gyűrűkerék.
Az áttétel:

$$i = \frac{n_d}{-n_a} = -\frac{n_d}{n_a}$$

6. esetben a gyűrűkerék a hajtóelem, a bolygókeréktartókar a hajtott, a napkerék pedig rögzített (2.83. ábra).



2.83. ábra

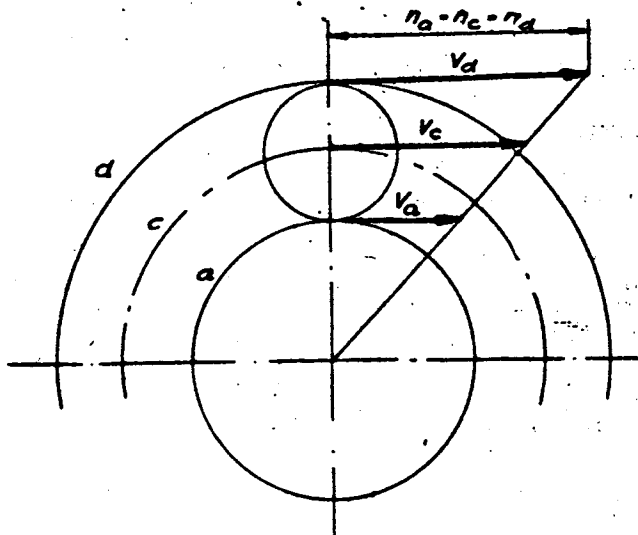
A gyűrűkerék hajt, a napkerék rögzített

$$V_d = \text{adott}; \quad V_a = 0; \quad V_c = \frac{V_d}{2}$$

A forgásirány azonos, az áttétel:

$$i = \frac{n_d}{n_c}$$

7. esetben a bolygó két főelemét egymáshoz rögzítjük - például egy többlemezes kapcsolóval - ezáltal legördülés nem jöhet létre, a bolygó minden része a hajtóelem fordulatszámával forog. Ezt az esetet a bolygó rövidrezárásának is szoktuk nevezni (2.84. ábra).



2.84. ábra

Belsőfogazású bolygóösszeállítás

$$n_a = n_c = n_d$$

Az áttétel:

$$i = 1$$

Az egyes főelemek kerületi sebességei a sugaraikkal arányosak.

Természetesen a bolygó lehetséges hét mozgásállapota közül beépítése esetén - mikor a hajtórész meghatározott - már csak három megvalósítható eset marad a fenti hétből.

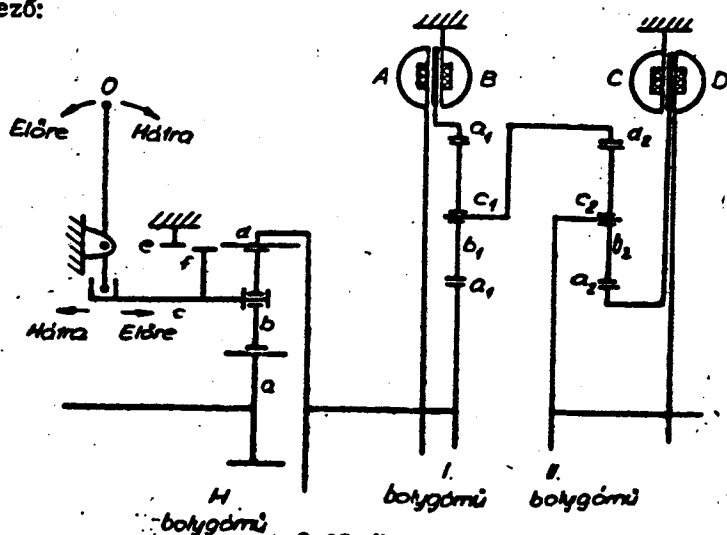
Gépjárművek bolygóműves sebességváltóműveiben több egyszerű bolygó összekapcsolásával érik el a három, négy vagy öt sebességfokozatot.

Egyszerű és szellemes megoldása miatt következő fejezetünkben az 1930-as években gyártott francia Cotal váltót választjuk ki a bolygóműves sebességváltók közül, és azt ismertetjük, mint a belsőfogazású bolygóművekkel ellátott sebességváltóművek egyik jellemző típusát.

Négy előremeneti és egy hátrameneti sebességfokozattal rendelkező, elektromágneses kapcsolóberendezéssel ellátott sebességváltómű. A négy előremeneti sebességfokozat két belsőfogazású bolygómű megfelelő kapcsolásával érhető el. Az első bolygómű áttétele a II. sebességfokozatot, a második bolygómű áttétele a III. sebességfokozatot biztosítja, a két bolygómű együttes áttétele pedig az I. sebességfokozatot adja. A IV. (direkt) fokozat a két bolygómű rövidrezárásával kapható.

A sebességváltó fokozatainak kapcsolása elektromágnesekkel történik, melyek a kormányoszlopra szerelt kézikarral működtethetők. Az áram az akkumulátorból csuszogóúrúkon át jut a mágnesekbe. Mindegyik bolygóműhöz tartozik egy rögzített és egy forgó elektromágnes. A rögzített mágnes a bolygómű egyik főelemét fékezi le, a forgó mágnes pedig rövidre zárja a bolygóművet.

A Cotal váltó elvi felépítése vázlatosan a 2.85. ábrán látható. Működése a következő:

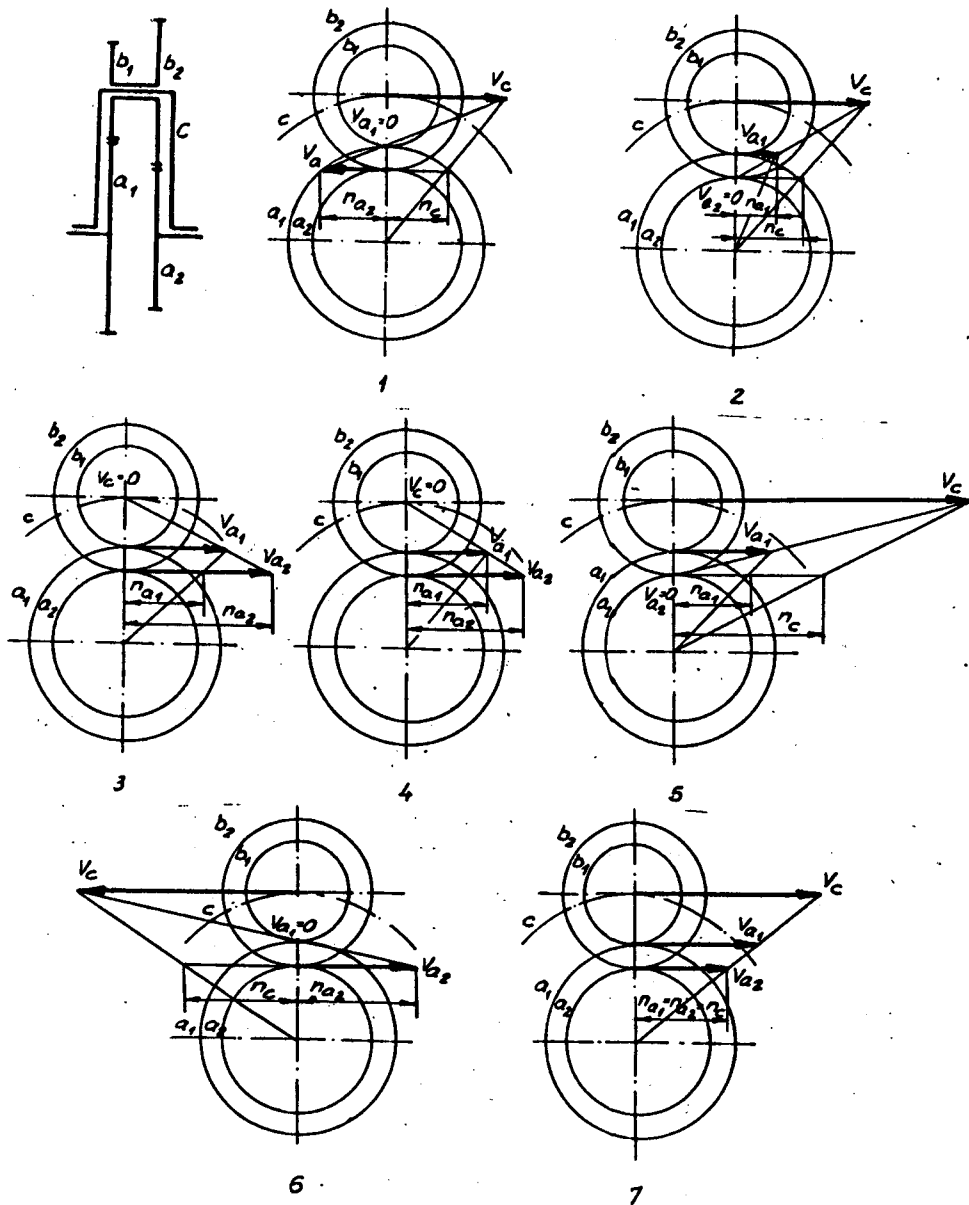


2.85. ábra
Cotal váltó elvi vázlat

I. sebességi fokozatban:

B és C álló elektromágnes működik.

Az a_1 napkerék által hajtott b_1 bolygókerék legördül a B mágnes által rögzített d_1 koszorúkeréken, a c_1 bolygókeréktartókar így az I. bolygómű áttételének arányában lassabban adja át a forgómozgást a II. bolygómű d_2 koszorúkerékének. Az a_2 napkeréket a C mágnes rögzíti, így a d_2 koszorúkerék által hajtott bolygókerékek legördülnek az álló a_2 napkeréken és ez a II. bolygómű áttételének megfelelő - további lassítást eredményez.



2.92. ábra

Külsőfogazású bolygómu sebesség és fordulatszámviszonyai

- a) bolygókeréktartókat hajt, a_1 napkerék rögzített
- b) bolygókeréktartókat hajt, a_2 napkerék rögzített
- c) a_1 napkerék hajt, c bolygókeréktartókat rögzített
- d) a_2 napkerék hajt, c bolygókeréktartókat rögzített
- e) a_1 napkerék hajt, a_2 napkerék rögzített
- f) a_2 napkerék hajt, a_1 napkerék rögzített
- g) külsőfogazású bolygómu rövidzárva

A külsőfogazású bolygóműnél is hétféle mozgásállapot valósítható meg.

	Hajtó elem	Hajtott elem	Fékezett elem	A hajtott elem forgásiránya	Áttétel
1	c	a_2	a_1	ellenkező	lassító
2	c	a_1	a_2	azonos	lassító
3	a_1	a_2	c	azonos	gyorsító
4	a_2	a_1	c	azonos	lassító
5	a_1	c	a_2	azonos	gyorsító
6	a_2	c	a_1	ellenkező	gyorsító
7	összekapcsolva			azonos	1 : 1

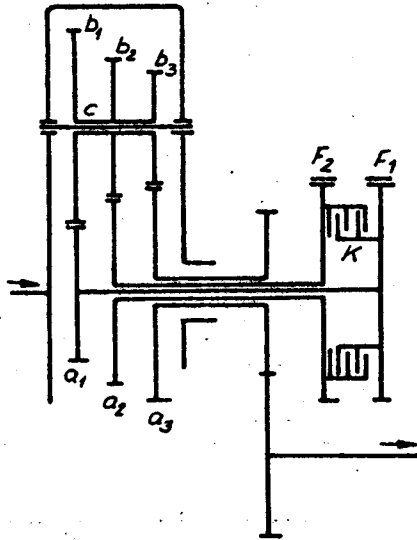
A 2.92. ábrán a külsőfogazású bolygómű sebesség- és fordulatszámviszonyai láthatók a hét különféle mozgásállapotban.

2.6.6.4 A T Ford sebességváltóműve

A külsőfogazású bolygóművel ellátott sebességváltóművek egyik klaszikus példája a Ford "T" modellbe épített sebességváltómű, melyből - már mintegy hatvan évvel ezelőtt - körülbelül 15 millió darabot készítettek.

A 2.93. ábrán látható a külsőfogazású kerekekből álló sebességváltómű elvi vázlata. A motor lendkerékébe nem építettek oldható tengelykapcsolót. A kapcsolást az a_1 és a_2 napkerekek tengelyeire ékelt tárcsákat fékező szalagfékek végzik.

A hajtás a c bolygókeréktartókaron keresztül történik, amely a motorral együtt forgó lendkerékházba van ágyazva. A lendkerékházban a napkerekek a három bolygócsoportkerék között szabadon lebegnek. Mivel a 120° -os szögben elhelyezett három bolygó csoportkerék meghatározza a napkerekek gördülőköréit, így ez az elrendezés biztosítja a fogaskerekek tökéletes kapcsolódását.



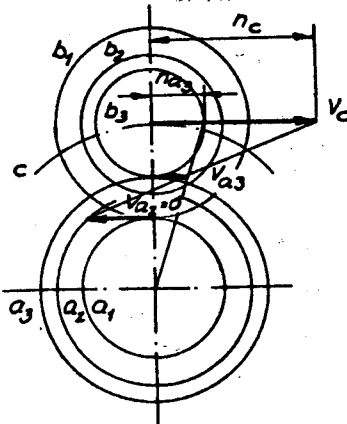
2. 93. ábra
"T" Ford bolygóműves
sebességváltója

A szalagfékek ennél a sebességváltóműnél a váltóházon kívül vannak elhelyezve, szárazon működnek, levegővel jól hűtethetők. A fékek működésénél keletkező súrlódási hő tehát nem a sebességváltómű olaját melegíti.

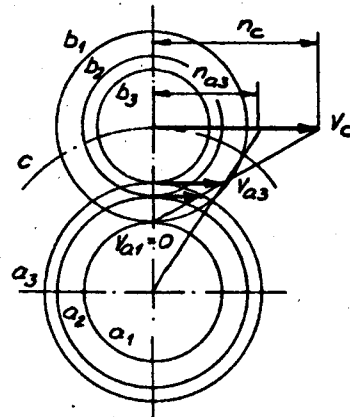
Működése a következő:

I. sebességi fokozat

F_2 fék működik, rögzíti az a_2 napkereket. A b_2 bolygókerék legördül az álló a_2 napkeréken. Vele azonos fordulatszámú forog a másik két bolygókerék is, mivel mereven össze vannak kötve. A hajtást a b_3 bolygókerék adja át az a_3 napkeréknek, amely a gépkocsi kerekei felé továbbítja azt.



2. 94. ábra
"T" Ford váltó sebesség és fordulatszámviszonyai az I. sebességi fokozatban



2. 95. ábra
"T" Ford váltó sebesség és fordulatszámviszonyai a II. sebességi fokozatban

A 2. 94. ábrán megszerkesztett sebesség és fordulatszámterv alapján az I. sebességi fokozat áttétele:

$$i_{s1} = \frac{n_c}{n_{a3}}$$

II. sebességi fokozat

F_1 fék működik, rögzíti az a_1 napkereket, most tehát ezen az álló a_1 napkeréken gördül le a bolygókerék csoport. Az áttétel kisebb lesz, a 2.95. ábra alapján:

$$i_{sII} = \frac{n_c}{n_{a3}}$$

III. sebességi fokozat

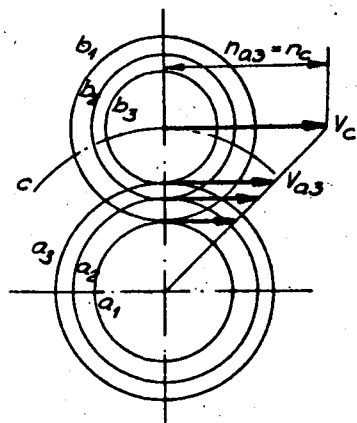
A K többlemezes kapcsoló összezárja az a_1 és a_2 napkereket, tehát a bolygóműben legördülés nem jöhet létre, a szerkezet minden eleme azonos fordulatszámú forog (2.96. ábra). Az egyes főelemek kerületi sebességei a forgási sugarak arányában különböznek egymástól.

A III. fokozat áttétele:

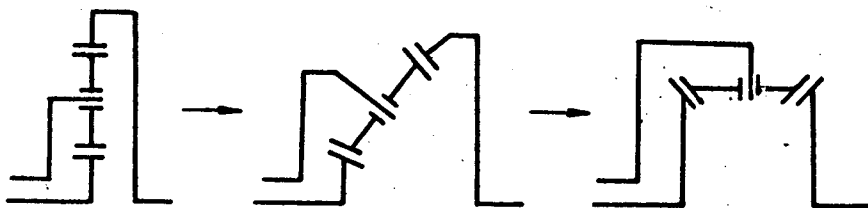
$$i_{sIII} = 1$$

A hátramenet kapcsolása irányváltóval történik.

Itt említjük meg, hogy a gépjárművek szerkezeti elemeiben gyakran találhatunk kupkerekű bolygóműveket, ezekkel azonban e fejezetünkben nem foglalkozunk külön, mert nem képviselnek külön típust. Ugyanis minden kupfogaskerekű bolygómű - mint ez a 2.97. ábrán látható - valamilyen homlokfogaskerekű bolygóműnek felel meg.



2.96. ábra
"T" Ford váltó sebesség és fordulatszámviszonyai a III. sebességi fokozatban



2.97. ábra
Kupfogaskerekű bolygómű leszámztatása

2.6.6.5 A bolygóműves sebességváltók szerkezeti kialakítása

A bolygóműves sebességváltók szerkezeti felépítésénél a legnagyobb problémát a méretek tuhatározottsága jelenti. Az erőki kiegyensúlyozása céljából legtöbbször három bolygókeréket alkalmaznak.

Ahhoz, hogy valamennyi bolygókerék egyidejűleg helyesen kapcsolódjék a központi kerekéhez, az utóbbiak fogszámösszegének oszthatónak kell lennie a bolygókerékek számával.

Ahhoz, hogy a több bolygókerék egyenletesen vigye át a teljesítményt, a következő szerkesztési megfontolásokat kell tenni:

- ha a forgattyukart mereven csapágyazzák, akkor a két központi kereket, amely elferdülés ellen is biztosítandó - radiális játékkal kell sze-relni, hogy magától beállhasson a bolygókerékek közé. Ez a módszer csak három bolygókerék esetén alkalmazható, meglehetősen drága megoldás;

- ha a forgattyuskar és a két központi kerék merev csapágyazású, akkor a bolygókerékeket egymástól függetlenül rugalmas hüvely, vagy ugyne-vezett uszócsapágy segítségével kell csapágyazni, s így a bolygókerékek áll-hatnak be szabadon. Sajnos; kettős bolygókerékeknél a billentőnyomaték miatt nem alkalmazható;

- ha a napkerekek és a bolygókerékek merev csapágyazásúak, akkor a forgattyuskarnak kell lazább csapágyazást biztosítani. Ilyenkor kissé nehéz-kes a forgattyuskar hajtása.

A tengelyek szokásos alakban készülnek, azonban gyakran a csőten-gelyeket alkalmazzák.

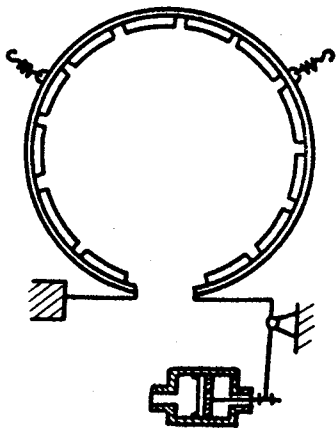
A fogaskerekek csapágyazása más, ha központi kerékről, és más, ha bolygókerékről van szó. A központi kerekéknél ugyanis radiális erő - az elhanyagolható súlyerőn kívül - nincs, tehát a legegyszerűbb csuszócsapágy is megfelel. A bolygókerékeknél azonban a radiális erő miatt általában tű-görgős csapágyazást alkalmaznak.

A fékberendezés általában dobfék, néha kupos, vagy többlamellás ten-gelykapcsoló.

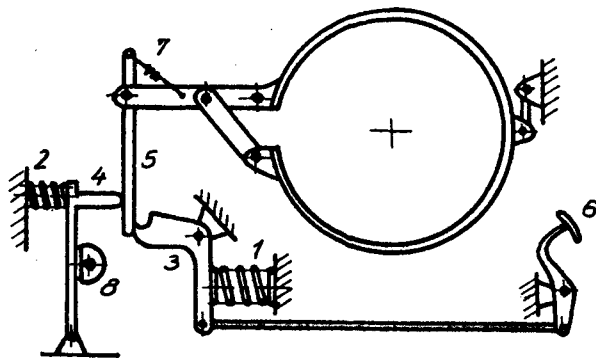
A dobfék két főrészből áll: fékdob és fékszalag. A fékszalag általában vékony acéllemezből készül, aminek a belső felületére surlódó betét van felszegecselve.

A fékszalag meghuzására karos mechanizmus szolgál, melyet vagy hidraulikus uton (2.98. ábra) egy munkahengerben mozgó dugattyu segítsé-gével működtethetünk, vagy mechanikus uton, egy előfeszített csavarrugó segítségével. Ez utóbbinál külön probléma annak megoldása, hogy egyide-jűleg mindig csak a kívánt fékszalag legyen meghuzva, ami hidraulikus be-rendezésnél egyszerű vezérlőszeleppel megoldható. A mechanikus szerkezet a következőképpen működik:

A 2.99. ábra kapcsolás előtti helyzetet mutat. Az 1 rugó a 3 kart felnyomva tartja. A 2 rugó viszont a 4 kart nyomja neki az 5 rudnak. Ez a helyzet mindaddig tart, amíg a gépkocsivezető rövid időre le nem nyom-



2.98. ábra
Hidraulikus működtetésű
fékszalag



2.99. ábra
Mechanikus működtetésű
fékszalag

ja a 6 pedált. Ekkor ugyanis az 5 rud alsó vége bepattan a 3 kar bemélyedésébe, és a pedál felengedésekor az 1 rugó ereje a szalagféket behuzza. A fék kiengedése úgy történik, hogy a 8 büttyös tengelyt elfordítva, az a 4 kart a 2 rugó ellenében balra elhuzza, s ha most megint lenyomjuk rövid időre a pedált, a 7 rugó kirántja az 5 rudat a 3 kar bemélyedéséből, s így hiába engedjük vissza a pedált, az 1 rugó nem tudja az 5 rudat felnyomni.

Természetesen, egy váltóműnél 3-4 fékszalag van, s ezek közül általában mindig csak egyet kell behuzni. Mivel a 8 büttyös tengelyen a 3-4 darab büttyök egymáshoz képest el van fordítva, bármilyen helyzetben van a büttyös tengely, mindig csak egy 4-es karnak ad lehetőséget, hogy a hozzátartozó 5 rudat bepattintsa a 3 kar bemélyedésébe.

A fokozatkapcsolás tehát két ütemben történik. A gépkocsivezető először a 8 büttyös tengelyt fordítja el a kívánt helyzetbe. Ezt menet közben is bármikor megteheti, mert ezzel a kapcsolás még nem történt meg. Amikor viszont a fokozatváltást el akarja végezni, akkor csak a pedált kell pillanatra benyomni. Ezt a szerkezetet előkiválasztós, ill. preszelektív rendszerűnek is szokták nevezni.