

6. A sebességváltóművek szerkezete

A tengelyek, a csapágyak és a fogaskerekek szerkezetileg nem nagy változatosságot mutatnak. A 206. ábrán bemutatjuk a tengelyek legelterjedtebb kiképzését. A bemenő tengelyen egyrészt a tengelykapcsoló súrlódótárcsájának felerősítését szolgáló bordázott szakaszt, másrészt az előtétengelyt hajtó kis átmérőjű kereket láthatjuk. A tengely egyik vége a motor főtengelyében, ill. a lendkerékben van csapágyazva, a másik a váltóházban.

A kimenő tengely egyrészt a bemenő tengelyben, másrészt a házban van csapágyazva. A kimenő tengelyen bordákat láthatunk a tolókerekek vagy a tolóhüvelyek részére. A nem bordázott szakasz egy futókerék helye. A kimenő tengely külső végére általában a kardáncsukló tárcsáját erősítjük fel. Ide szokták elhelyezni a kilométeróra hajtására szolgáló fogaskereket, ill. csigakereket.

Az előtétengely a rajzon egy darabból készült a fogaskerékkel. Célszerűbb, ha a fogaskerekeket — legalább a nagyobbakat — külön készítik el, s utólag erősítik fel az előtétengelyre pl. íves retesszel. Gyakran csőtengelyként képezik ki az előtétengelyt (207. ábra), s azt egy álló tengelyre csapágyazzák. A csapágy lehet csúszó vagy görgős. Távolsgártató csővel, gyűrűvel vagy a tengely megfelelő kialakításával gondoskodni kell arról, hogy ezek a csapágyak a helyükön maradjanak. A csőtengelyben levő álló tengely beépítésekor ügyelni kell arra, hogy az se hosszirányban elmozdulni, se elforogni ne tudjon.

A csapágyak megfogása csak a be- és a kimenő tengelynél érdekes, mert itt a mindkét irányú axiális erőt egyetlen csapágnál kell felvenni, lévén a másik csapágy csúszó vagy tűgörgős. A 208. ábrán néhány megfogási módot mutatunk be.

A kimenő tengelyen levő fogaskerekek általában vagy szabadonfutók, vagy tolókerekek. Ez utóbbira látható néhány példa a 209. ábrán. A második tolókeréknek belső fogazású körmei is vannak, tehát ennek a keréknek az agya tulajdonképpen tolóhüvelyként működik. A tolókerekek általában egyenes fogazással készülnek. Ferde fogazás esetén a bordákat is ugyanolyan hajlásszöggel kell készíteni, hogy a kerekek egymásba tolása sima legyen.

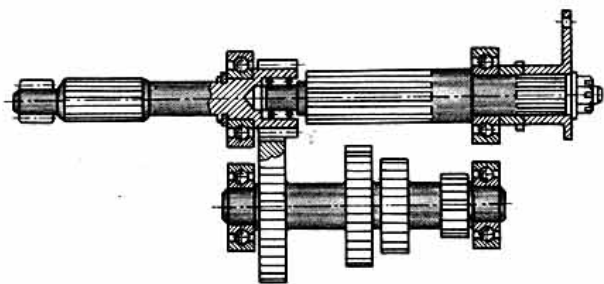
A kapcsolók már igen sokféle szerkezettel készülnek. A legegyszerűbbek az alakkal záró, ún. tolóhüvelyes kapcsolók (210. ábra). A tolóhüvely a tengelyen kialakított bordákon vagy — mint a rajzon látható — a tengelyre ékelt hüvely bordáin tolható jobbra vagy balra, s így a tengelyen szabadonfutó fogaskerekek egyikét kapcsolni tudja. A hüvely középpállásának megtalálását egy rögzítő golyó könnyíti meg.

Érdekes kapcsolószerkezetet láthatunk a 211. ábrán, amelyet pl. a 102. ábrán ismertetett váltóművön alkalmazhatunk. Itt a futókerekek tengelye csőtengely kiképzésű, oldalán levő furatokban golyók helyezkednek el, amelyeket a tolórúd megvastagított része annyira nyomhat ki sugárirányba, hogy a fölötté levő fogaskereket a rajta levő horonynál fogva rögzíteni tudja.

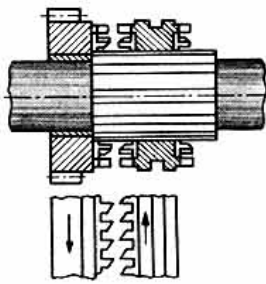
A körmös- és a golyóskapcsolónak legnagyobb hátránya, hogy eltérő sebességgel forgó alkatrészeket nehezen vagy egyáltalán nem tud kapcsolni, illetve a kapcsolás olyan nagy dinamikus igénybevételekkel járhat, hogy a kapcsoló tönkremegy. Bizonyos mértékig enyhíti az ütéseket, ha a fogakat, ill. körmöket kissé ferdén levágjuk (212. ábra).

Lényegesen simább kapcsolás érhető el akkor, ha a körmöskapcsolót kiegészítjük egy kis teljesítményű súrlódásos tengelykapcsolóval. A körmöskapcsoló bekapcsolása előtt ezt a súrlódókapcsolót zárjuk, ezzel a két összekapcsolandó alkatrész között esetleg meglevő fordulatszám-különbséget eltüntetjük, s ezután a körmök dinamikus ütések nélkül tolhatók egymásba. Természetesen a hajtónyomatékot a körmöskapcsolat továbbítja, a súrlódásos kapcsoló csak a forgó alkatrészek — tengely, fogaskerék — tömegtehetetlenségéből származó nyomatékot viszi át, ami lényegesen kisebb az előbbinél.

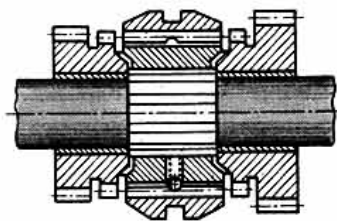
A szinkronizálást szolgáló súrlódókapcsolót általában kúpos tengelykapcsolóként alakítják ki. A



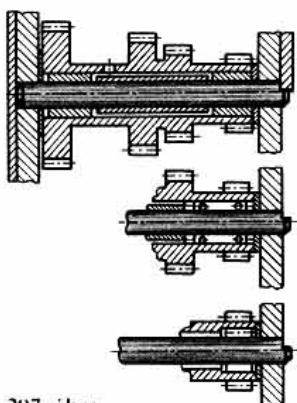
206. ábra



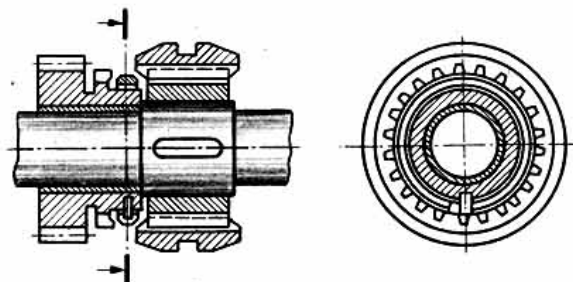
212. ábra



213. ábra



207. ábra

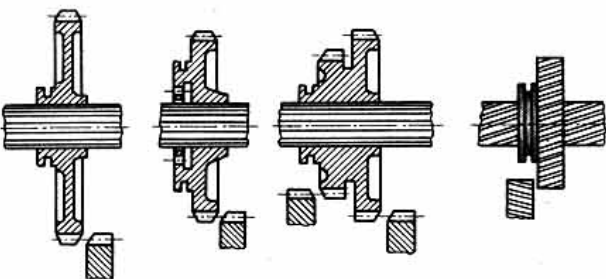


214. ábra



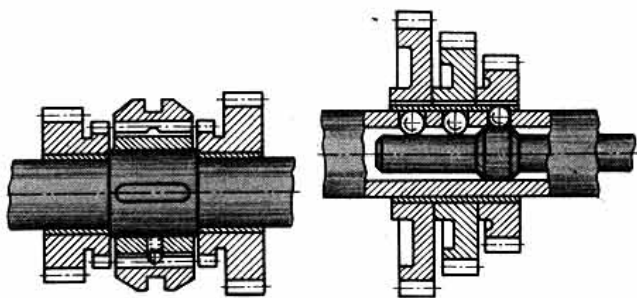
208. ábra

213. ábrán láthatjuk a legelterjedtebb megoldást. Itt a tolóhüvely két, egymáson bordákon elcsúsztatható részből áll. A kettő között korlátozott nagyságú erő kifejtő rögzítőszerszkezet (golyó rugóval) található, aminek következtében a külső hüvely csak akkor tolható el a belső hüvely fölött, ha az utóbbit egy bizonyos erővel visszatartjuk. A külső hüvely egyébként a körmőskapcsoló, a belső hüvely pedig a surlódásos tengelykapcsoló. A belső hüvely két végén kúpfelület van kiképezve, ami a kétoldalt elhelyezett szabadonfutó fogaskerék kúposan kiképzett részéhez szorítható.

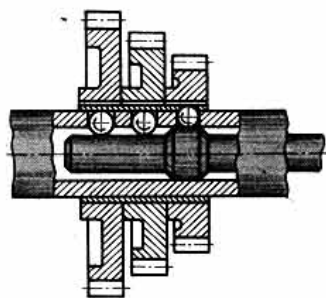


209. ábra

A szinkronizált tolóhüvelyes kapcsoló működése a következő. Valamilyen mozgatóvilla segítségével a külső hüvelyt jobbra vagy balra tengelyirányban elmozdítjuk. A külső hüvellyel együtt a belső hüvely is elcsúszik a tengely bordáin. Először a belső hüvely érintkezik a fogaskerékkel a kúpos felületeken. A súrlódás következtében megkezdődik a tengely és a fogaskerék fordulatszámának kiegyenlítődése. A kiegyenlítődése sebessége attól függ, hogy meddig és milyen nagy erővel szorítjuk össze a két kúpfelületet. (Ha túlságosan nagy erővel nyomjuk a külső hüvelyt, akkor túl hamar old a rögzítőgolyó, s a külső hüvely elhagyva a belső hüvelyt, idő előtt tovább csúszik, és a körmők összekoccannak!)



210. ábra



211. ábra

Ez a fajta súrlódásos kapcsoló tehát csak bizonyos feltételek teljesítése esetén hozza létre a szinkront, ezért ezeket a típusokat feltételes szinkronkapcsolónak nevezzük.

Ritkábban használt feltételes szinkronkapcsolót láthatunk a 214. ábrán. Itt a surlódókapcsoló szere-

pét egy vékony, kétoldalt leélezett gyűrű veszi át. Ez a gyűrű egy helyen el van vágva, s ide egy csapot helyezünk el, amelyik megakadályozza, hogy a gyűrű a fogaskeréken elforoghasson. A hüvely tengelyirányú eltolásakor először ezzel a gyűrűvel érintkezik. A tolóhüvelyre erőt kell kifejteni, hogy ezt a megtárgított gyűrűt kisebb átmérőjűre összenyomhassa, mert csak így lehet — a gyűrű felett eltolva — a fogazott részeket egymásba tolni. A gyűrű összenyomásakor természetesen súrlódóerő lép fel, ha a tengely és a fogaskerék fordulatszáma különböző. Ez a súrlódás a fordulatszám-különbséget eltünteti, feltéve, hogy elegendő idő áll rendelkezésre. A tolóhüvelyt tehát itt is csak bizonyos sebességgel tolhatjuk előre, bár ennél ez a sebesség valamivel nagyobb lehet, mint az előző típusnál. A felhasított gyűrűre ható súrlódóerő ugyanis saját magát fokozza azzal, hogy a gyűrűt még nagyobb erővel igyekszik a tolóhüvely belső felületéhez szorítani (szervóhatás).

Ezeknek a kapcsolóknak tehát az a hibájuk, hogy a kapcsolást „érzéssel” kell elvégezni, ellenkező esetben a szinkronizáló kapcsoló nem tudja feladatát ellátni.

A feltétlen szinkronkapcsolóval már tökéletes a szinkronizálás a fokozatok kapcsolásakor.

A 215. ábrán még a feltételes szinkronkapcsolónak egy fajtáját láthatnánk, ha nem vennénk figyelembe az ábra alsó részét, ami a tolóhüvely felülnézetét mutatja három különféle állásban.

A kapcsoló felépítésére az jellemző, hogy itt a belső hüvely a körmöskapcsoló, a külső hüvely pedig a súrlódásos kapcsoló. Ez kedvezőbb abból a szempontból, hogy ugyanakkora súrlódóerő a nagyobb átmérőn nagyobb nyomatóerőt fejt ki, így a szinkronizálás hatásosabb.

A belső hüvelyen külső fogazású körmök láthatók, ennek megfelelően a fogaskereknek körmei készültek belső fogazással. A belső gyűrűből küllők állnak ki sugárirányban. Egy küllő (a rajzon lefelé) csak a külső hüvelyig tart, ebben helyezkedik el a golyós rögzítőszerkezet. Három küllő olyan hosszú, hogy átnyúlik a külső hüvelyen kivágott ablakokon. Ezt a három küllőt egy beesztergált horonnyal ellátott gyűrű köti össze.

A kapcsoló működése a következő. A hornyos gyűrű segítségével a tolóhüvelyt tengelyirányban eltoljuk a tengely bordázott részén. A golyós rögzítőszerkezet miatt a belső hüvellyel együtt megy a külső, hengeres hüvely is. Először ez a külső hüvely veszi fel az érintkezést a fogaskerék kúpos részével. A súrlódás következtében a külső hüvely a fogaskerékkel

akar együtt forogni, mivel azonban a hüvelyen vágott ablakokon keresztül a belső hüvely küllői át vannak dugva, a külső hüvely nekifeszült a küllőknek. A fogaskerék fordulatszáma a belső hüvely, illetve a tengely fordulatszámával fog kiegyenlítődni.

A kiegyenlítőedés az eddig elmondottak alapján itt is tökéletes lenne, ha a belső hüvelyt túlságosan hevesen tolnánk el. Az ábra alsó részén láthatjuk azonban, hogy a külső hüvelyen vágott ablak különleges alakú. Az ablakkivágás lényegesen nagyobb, mint a nyolcszög keresztmetszetűre rajzolt küllő, a külső és a belső hüvely tehát egymáshoz képest kotyoghat.

Alapállásban a küllő az ablakkivágás közepén foglal helyet (215a ábra). Amikor a tolóhüvelyt tengelyirányban eltoljuk, az alapállás nem változik meg mindaddig, amíg a külső hüvely nem érintkezik a fogaskerékkel. Amint arról szó volt, a fogaskerék magával akarja vinni a külső hüvelyt a súrlódás következtében, de ez az ablakkivágáson átdugott küllő miatt csak a kotyogás mértékéig történhet meg. A *b* ábrán látható az az eset, amikor a súrlódás már hozzászorította a külső hüvelyt a küllőhöz. Ekkor kezdődik meg a küllős belső hüvely és a fogaskerék szinkronizálása.

Ha a küllős hüvelyt nagy erővel tovább toljuk, akkor elvileg a golyós rögzítő nem gátolja meg azt, hogy a körmöket összekapcsoljuk, függetlenül attól, hogy a szinkronizálás befejeződött-e vagy sem. Ehhez azonban az kell, hogy a küllő kiemelkedjék az ablakkivágás oldalszögelléséből, mert csak így tud elcsúszni az ablakkivágás hosszában (*c* ábra). A küllőt eredetileg a súrlódás lökte a beszögellésbe (az *a* helyzetből a *b* helyzetbe). A *b* helyzetben azonban a küllőről már nemcsak a golyós rögzítőn keresztül mehet erő a külső hüvelyre, hanem a közvetlen érintkezéssel keresztül is. Mivel az érintkezési felület bizonyos hajlásszöggel rendelkezik, a küllőre kifejtett tengelyirányú tolóerő nemcsak tengelyirányban igyekszik eltolni a külső hüvelyt, hanem arra, merőlegesen is.

A merőleges, azaz tangenciális erőnek lenne a feladata, hogy az ablakkivágás beszögelléséből kihozza a küllőt, vagy helyesebben, hogy oldalra elnyomja a külső hüvelyt a küllő tengelyirányú útjából. A tangenciális erőnek a nagysága azonban a beszögellés hajlásszögétől függ. Lapos beszögellés esetében érzésünk szerint is a küllő könnyűszerrel félretolhatja a külső hüvelyt, és szinkronizálás nélkül létrejöhet a körmös kapcsolat. Ha a beszögellés meredekebb, akkor nem biztos, hogy az *F* tolóerő fejt ki elegendő tangenciális komponenst, hogy az az *S* súrlódóerőt legyőzze, ami a hüvelyt a küllőnek szorítja. Egészen meredek beszögelléskor egyértelműen kimondhatjuk,

hogy még akkor sem tudná a küllő a tengelyirányú útjából félretolni a hüvelyt az önzárás miatt, ha esetleg súrlódási nyomaték nem is lenne.

Az erőviszonyokat a 216. ábra szemléletesen mutatja. Az itt található jelöléseket felhasználva levezethetjük (hogyan?) a következő egyenlőtlenséget:

$$\operatorname{tg} \varphi > \frac{R \cdot \sin \alpha}{r \cdot \mu},$$

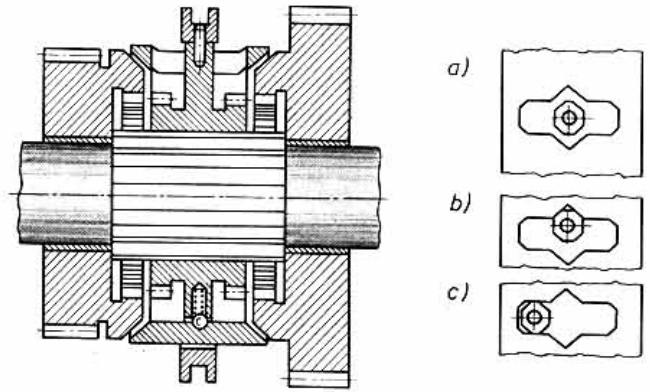
ami a helyes működés előfeltétele. Ha ezt az egyenlőtlenséget nem tartjuk be, akkor a küllők tengelyirányú mozgását nem akadályozza meg a hüvely ablak-kivágásában levő beszögellés, és a körmök összeérhetnek a szinkronizálás befejezése előtt. Ellenkező esetben a küllők nem tudnak tovább haladni mindaddig, amíg az S súrlódóerő megvan. A szinkronizálás befejezése után, amikor az összes alkatrész együtt forog, akkor a kúpfelületeken is megszűnik a csúszás, azaz a súrlódóerő, s így nincs akadálya a körmök összetolásának.

A feltétlen szinkronkapcsoló további típusait láthatjuk a 217–221. ábrákon.

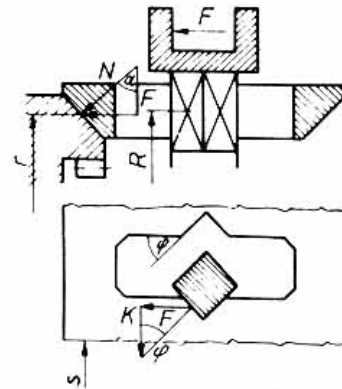
A 217. ábrán a 213. ábrán bemutatott feltételes szinkronkapcsoló továbbfejlesztett változata látható. A változtatás abból áll, hogy a belső hüvelyhez tartozó kúpfelületeket külön alkatrészekben képezték ki. Ezek az alkatrészek tulajdonképpen megközelítően háromszög keresztmetszetű körgyűrűk, amelyeknek a kerületén három köröm áll ki sugárirányban. Természetesen a belső hüvelyben a két gyűrű helye is ki van munkálva. Ott, ahol a gyűrűből köröm áll ki, a hüvelyen is kimarás van, amelynek a szélessége valamivel nagyobb, mint a köröm szélessége. Ennek következtében a gyűrű a hüvelyben kialakított helyére betéve, a hüvelyhez képest kismértékig elforoghat, vagyis kotyoghat. A kimarás helyét úgy kell megválasztani, hogy az éppen egy bordát rövidítsen meg. A 218. ábrán a bordák osztóköre mentén készített metszet látható kiterítve. Középen vannak a bordák. A lapos végű hosszú bordák a belső hüvelyen vannak, a kihégyezett, bevonalazott bordák a külső hüvely belső felületén. Az egyik lapos végű borda rövidebb a többinél, mert itt nyúlik fel a gyűrűből kiálló háromszög keresztmetszetű köröm.

A bordáktól jobbra-balra vannak a fogaskerekek legömbölyített végű körmei, illetve attól kifelé maguk a fogak. Ha pl. a bal oldali fogaskereket akarjuk kapcsolni a tengelyhez, akkor a külső hüvely hegyes bordáinak be kell csúszniuk a fogaskerék körmei közé, ahogy azt a szaggatott vonallal jeleztük.

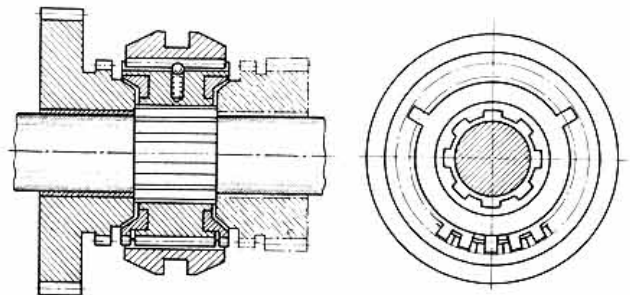
A hegyes bordákat csak akkor tudjuk akadálytalanul kitolni az alaphelyzetből, ha nincs fordulat-



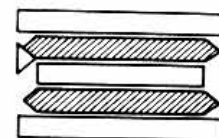
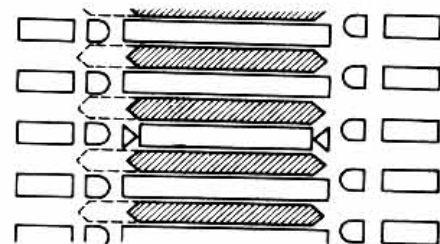
215. ábra



216. ábra



217. ábra



218. ábra

szám-különbség a tengely és a fogaskerék között. Ellenkező esetben ugyanis súrlódóerő lép fel a fogaskerék és a kúpos felülettel rendelkező gyűrű között. A gyűrű kotyogása megszűnik, mert a súrlódóerő a gyűrűt valamelyik oldalra elhajtja. A gyűrű háromszög keresztmetszetű körme tehát félig a hegyes borda elé áll, ahogy az az ábra alsó részén látható. Ha a borda vége nem túlságosan hegyes, akkor nem tudja az útból eltolni a körmet, vagyis nem tud tovább csúszni. Amint a szinkronizálás befejeződött és megszűnt a súrlódásból származó feszítőerő, a háromszög alakú köröm könnyedén félretolható.

A 219. ábrán hasonló szerkezet látható. A különbség mindössze annyi, hogy a kúpos gyűrűnek kotyogást megengedő kapcsolatot a belső hüvellyel nem sugárirányú körmökkel oldjuk meg, hanem egy külön alkatrészrel, az ún. papuccsal. A papucsot a belső gyűrűbe vágott széles horonyba helyezük el, középen kifúrjuk, s ide tesszük a rögzítőgolyót. A kúpos gyűrűn ugyanannyi apró köröm van, mint a fogaskeréken. A gyűrű belső oldalán valamivel szélesebb bemarás van, mint a bemarásba benyúló papucs szélessége. Kapcsoláskor a külső hüvely bordáinak a gyűrű befektetett körmei között kell keresztülcúszniuk ahhoz, hogy a fogaskerék körmeit elérjék. A gyűrű körmei azonban elállják az utat, ha a kúpos felületen súrlódóerő lép fel, ami a kotyogást egy oldalra leszorítja. Ha a bordákat nem túlságosan hegyesre

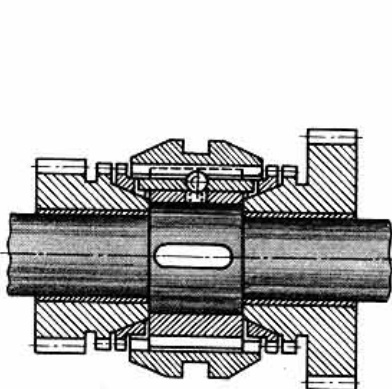
képezzük ki, akkor a kis körmök nem tudja félrenyomni, így megakadályozzuk az idő előtti kényszerkapcsolatot.

Érdekes feltétlen szinkronkapcsolót láthatunk a 220. ábrán. A kúpos gyűrűn néhány radiális furat van, ezekbe rövid csapot helyezünk el. A csap belenyúlik a belső hüvelyben kialakított félkör alakú üregbe. A külső hüvelynek ezt a két bordáját, ami a csaphoz legközelebb esik, ferde síkkal olyan rövidre vágjuk le, mint amilyenek a belső hüvely bordái. Súrlódás esetén a gyűrű elfordulni igyekszik, s mint egy kosár, magával viszi a csapot is. A belső hüvelyben levő üreg félkör alakú feneké miatt azonban a csap sugárirányban kitolódik, s így a külső hüvely ferdén levágott bordája nem tud fölötte átmenni, hacsak a levágás ferdesége nem túlságosan lapos.

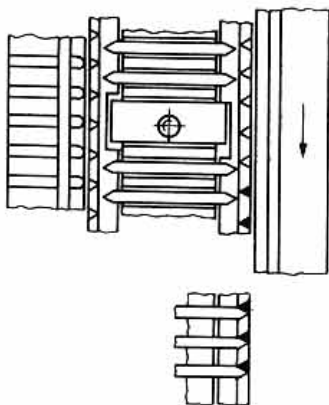
A 221. ábrán bemutatott feltétlen szinkronkapcsoló a következő alkatrészekből áll.

A körmőskapcsoló szerepét betöltő hüvely egy tárcsával van kiegészítve. A tárcsán három téglalap alakú ablak van kivágyva, mindegyik ablakon egy-egy hengeres rudat dugunk át. A rudak két végén levő csapokra kúpfelületű gyűrűt erősítünk fel. A három rúddal összekötött két gyűrű tehát egy egységként fogható fel.

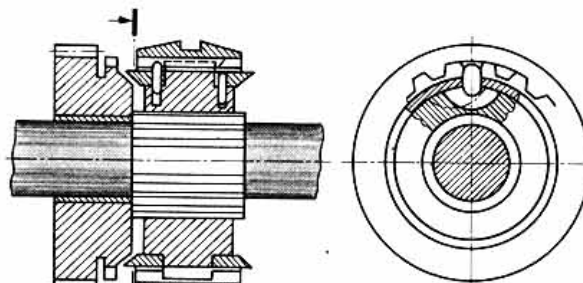
A gyűrűket összetartó rudakban középen ék alakú beszúrást készítünk. A tárcsákban levő téglalap alakú ablakok oldalát szintén ék alakban kiélezzük. A



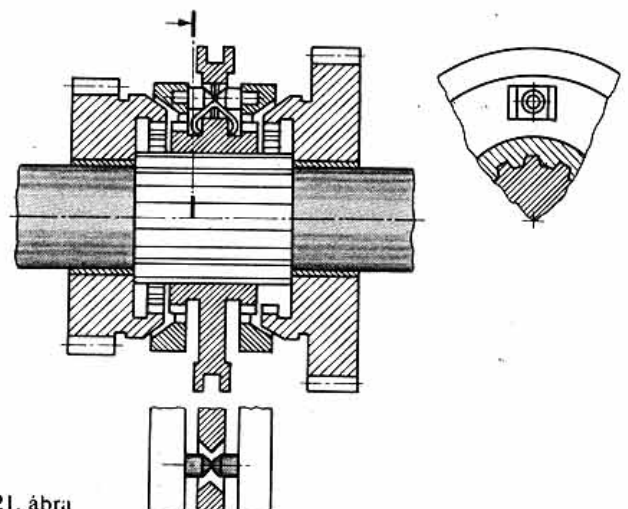
219. ábra



220. ábra



221. ábra



tárcsa ablakába szív alakra meghajlított laprugót helyezünk, aminek korlátozott rögzítés a feladata. A kapcsoló működési elve megegyezik az előző típusokéval: itt is biztosított a gyűrű kotyogása a hüvelyhez képest, és a súrlódóerő itt is ferde felületet szorít az elmozdítandó hüvely útjába. A ferde felületek hajlásszögétől függ, hogy a teljes szinkronizálást ki tudjuk-e kényszeríteni a körmök összetolása előtt.

Az alakzárással együtt járó szinkronizálási probléma elmarad, ha soklamellás kapcsolót alkalmazunk, mert a megnövelt átmérők és súrlódó felületek, ill. azok száma olyan nagy nyomaték átvitelét teszi lehetővé, hogy a súrlódásos kapcsolat mellett nincs szükség más kényszer- (körmös) kapcsolatra.

A többlamellás kapcsolóknál maga a kapcsolat szokott problémát okozni. Egyrészt a körmöskapcsolóval ellentétben erő kifejtésre itt nemcsak a bekapcsolás idején van szükség, hanem a kapcsolt helyzet fenntartásához is, másrészt maga az erőszükséglet is lényegesen nagyobb. Mechanikus erő kifejtés gyakorlatilag nemigen jöhet szóba. A 222. ábrán folyadéknyomással működtetett kapcsolót láthatunk, a 223. ábrán pedig villamos működtetésű kapcsolót. Az utóbbinál a villamos árammal mágneses erővonalakat állítunk elő, amelyek a lamellákon áthaladva a vastag nyomótárcsában záródnak.

Az előtéttengelyes fogaskerékes váltómű kézi vezérlése a következő feladatokat látja el:

— (ha kell) az előző fokozat kapcsolását megszünteti;

— a kiválasztott fokozathoz tartozó fogaskeréket az erőátvitelbe bekapcsolja;

— a bekapcsolt helyzetet rögzíti;

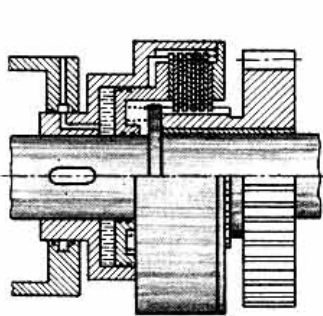
— újabb fokozatot nem enged kapcsolni, amíg az előző fokozat kapcsolását meg nem szünteti (reteszelés).

A fokozat kapcsolása, mint az előzőekben láthatuk, túlnyomó többségben mechanikus működtetésű mechanikus kapcsolókkal, ritkábban hidraulikus, vagy villamos működtetésű mechanikus kapcsolókkal történik.

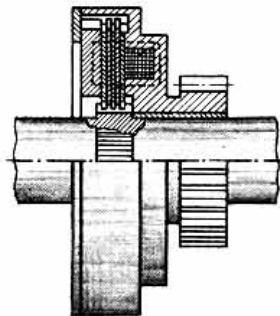
Mindegyik mechanikus kapcsolótípus (tolókeres, tolóhüvelyes, különböző szinkronnal, vagy anélkül) mechanikus működtetése abból áll, hogy valamelyik forgó alkatrészt a rajta levő horony segítségével tengelyirányban eltoljuk.

Az eltolást általában a horonyba nyúló villával végezzük. A 224. ábrán pl. egy tolókerék hornyába nyúlik be felülről a tolóvilla, amelyet egy tolórúddal mozgathatunk tengelyirányban.

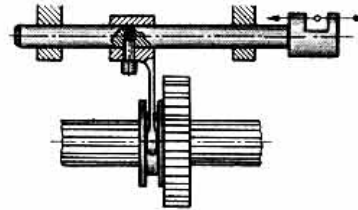
A 225. ábrán a villa nem tolórúdra van helyezve, hanem két vezetőrúdra, amelyen — csapágyazott emelőkarral — tengelyirányban eltolható. A 226. ábrán a villát közvetlenül az emelőkarra szereltük, tehát a villa vezetését is az emelőkarra bíztuk. Természetesen itt a villa nem egyenesvonalú haladó moz-



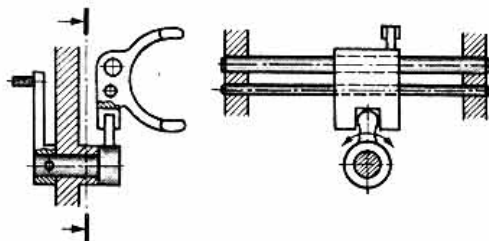
222. ábra



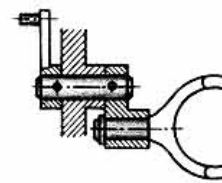
223. ábra



224. ábra



225. ábra



226. ábra

gást végez, amit a horonyba való illesztéskor figyelembe kell venni. A tolórudas és az emelőkaros mozgás kombinációja látható a 227. ábrán, amit akkor használunk, ha a fokozatokat tolórúddal kapcsoljuk, de az egyik fokozat fogaskereke (rendszerint a hátrameneté) távolabb van a többitől. Ilyenkor is egyégesen tolórudat alkalmazunk, de a távolabb levő kerékhez kétkarú emelőt iktatunk közbe. A rajzon látható kivitelben az emelőkar végén nem villa van, hanem egy egyszerű csap, amely a fogaskerék hornyába nyúlik.

Mivel a váltóművekben 4–8 fokozat szokott lenni, s egy kapcsolóval — amihez egy tolóvilla és egy tolórúd tartozik — legfeljebb csak két fokozat kapcsolható, ezért legalább két vagy három tolórúdra van szükség. A tolórudakat a lehető legközelebbre helyezzük egymáshoz, mivel a róluk kinyúló villának ugyanazon tengelyen levő kapcsolókhöz kell csatlakozniuk (kivéve a hátramenetét). A 228. ábrán pl. három tolórudas megoldás látható, amellyel 4+1 vagy 5+1 fokozat kapcsolása végezhető el.

A rögzítés és a reteszelés legegyszerűbben a tolórudaknál valósítható meg.

A rögzítés feladata, hogy a tolórudat középhelyzetében, valamint két szélső helyzetében érezhetően megfogja, s ezekből a helyzetekből a tolórudat csak meghatározott erővel lehessen elmozdítani. A rögzítés legegyszerűbb módja a 229. ábrán látható.

A tolórúdra három helyzetnek megfelelő távolságra három bemélyedést készítünk, s ezekbe a mélyedésekbe rugóval golyót vagy ékben végződő rudacskaát szorítunk.

A reteszelés célja, hogy egyidejűleg csak egyetlen tolórudat lehessen középhelyzetéből kimozdítani, illetve a szélső helyzetében tartani. Amíg a korábban kimozdított tolórudat vissza nem toljuk középhelyzetébe, más tolórudat ne lehessen középhelyzetéből elmozdítani.

A 230. ábrán golyós reteszelés látható, amely két tolórúd esetén használható. Mindkét tolórúd oldalában egyforma bemélyedés van. A házban kialakított összekötő furatba golyót helyezünk el, amelynek az átmérője szigorúan kötött, és pedig akkora, mint a két tolórúd közötti falvastagság plusz egy bemélyedés mélysége. Amikor mindkét tolórúd középhelyzetében van, a golyó szabadon lötyöghet. Bármelyik tolórúdnak a középhelyzetből való kihúzásakor azonban a golyó belefeszül a másik tolórúd mélyedésébe, s így meggátolja annak elmozdulását (az ábra jobb oldala).

Ha a két tolórúdnak egymástól való távolsága olyan nagy, hogy túlságosan nagy golyóátmérő adódna, egy golyó helyett két kisebb vagy legömbölyített

(kihegyezett) rudacskaát is alkalmazhatunk, az együttes hossza vonatkozó követelményt azonban itt is be kell tartani (231. ábra).

Három tolórúd esetén a feladat kissé bonyolultabb, a reteszelésnek ugyanis akkor is működni kell, amikor valamelyik *szélső* tolórudat húzzuk ki középhelyzetéből, vagyis ilyenkor nemcsak a szomszédos, hanem a másik *szélső* tolórúdnak is reteszelve kell lennie.

A 232. ábrán látható, hogy ez a feladat is megoldható, ha a középső tolórudat a bemélyedéseknél átfúrjuk, s a furatba egy csúszócscapot helyezünk. A csap hossza szintén kötött: tolórúdátmérő mínusz egy bemélyedés mélysége.

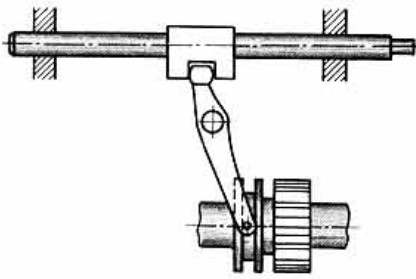
A 233. ábrán egyetlen szerkezettel van megoldva mind a rögzítés, mind a reteszelés. A tolórudakon három-három bemélyedés található, a két szélső azonban mindig kisebb, mint a középső ($a > c!$). A helyes működéshez hozzátartozik, hogy $a = b!$

Emelőkaros villamozgatásnál szintén szükség van rögzítésre és reteszelésre. Ez itt is megoldható két különálló szerkezettel, de kombinált szerkezettel is. A 225. vagy a 226. ábrán bemutatott emelőkar rögzítése és reteszelése úgy oldható meg, hogy a kar agyára koncentrikus peremű sonkát készítünk, s ebben alakítjuk ki a bemélyedéseket. A 234. ábrán látható kivitelben az *AA* síkban három egyforma bemélyedés van mindkét sonkán, a *BB* síkban pedig csak egy-egy. A jobb oldali emelőkart éppen fordított helyzetben ábrázoltuk, s látható, hogy az *AA* síkban levő golyók a rögzítést, a *BB* síkban levő rudacska pedig a reteszelést végzi.

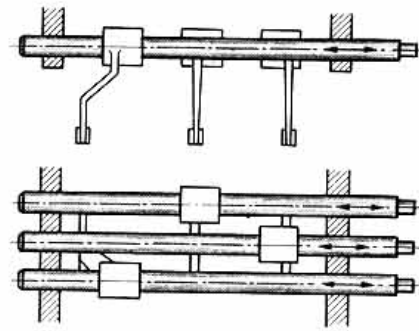
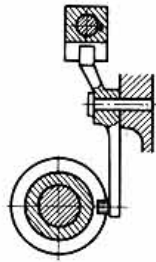
A 235. ábrán kombinált szerkezetet láthatunk, ahol egyetlen síkban van a rögzítés és a reteszelés megoldva, a 233. ábrával analóg módon. Megfigyelhető, hogy a sonkákon levő három-három bemélyedés közül a középsők itt is mélyebbek, mint a szélsők, azonkívül a golyók és a rudacska hossza, illetve a köztük levő hézag mérete is kötött.

A kapcsolandó fokozat kiválasztása a tolórúd, ill. az emelőkar kiválasztását jelenti. Magát a kapcsolást, azaz a tolórúd eltolását legtöbbször kézi kapcsolókkal végezzük, tehát azt kell elérni, hogy a kapcsolókkal egyértelműen mindig azt a tolórudat (emelőkart) mozgassuk, amely a kívánt fokozatot kapcsolja. (Néha folyadéknyomással mozgatják a tolórudat, amint pl. a 236. ábrán látható).

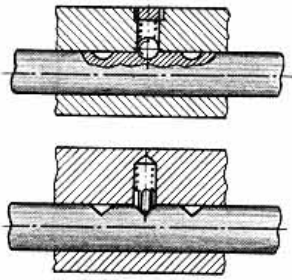
A kézi kapcsolókar legegyszerűbb kivitelét a 237. ábra mutatja. A kapcsolókar tulajdonképpen kétkarú emelő, amely a váltómű házába, ill. annak fedeléhez gömbcsuklósan van hozzáerősítve, tehát keresztben is, hosszában is mozgatható. A kapcsolókar a



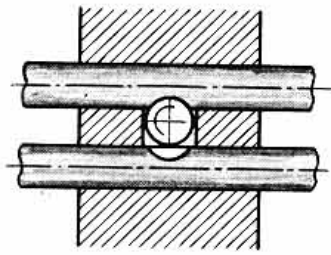
227. ábra



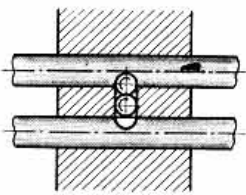
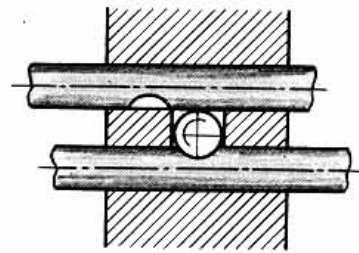
228. ábra



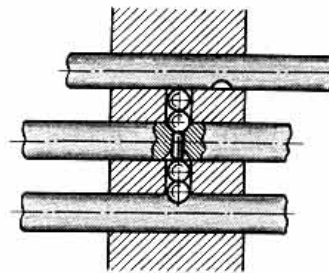
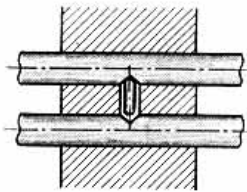
229. ábra



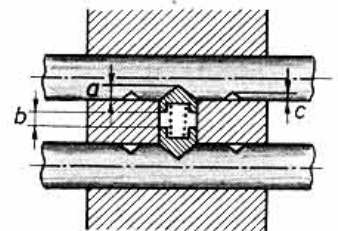
230. ábra



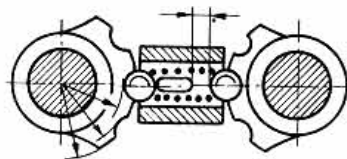
231. ábra



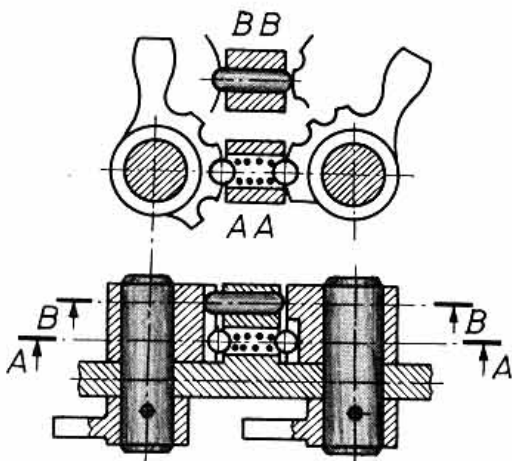
232. ábra



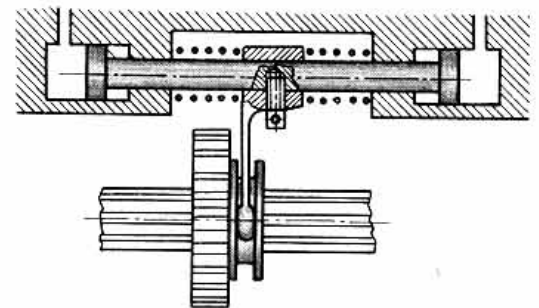
233. ábra



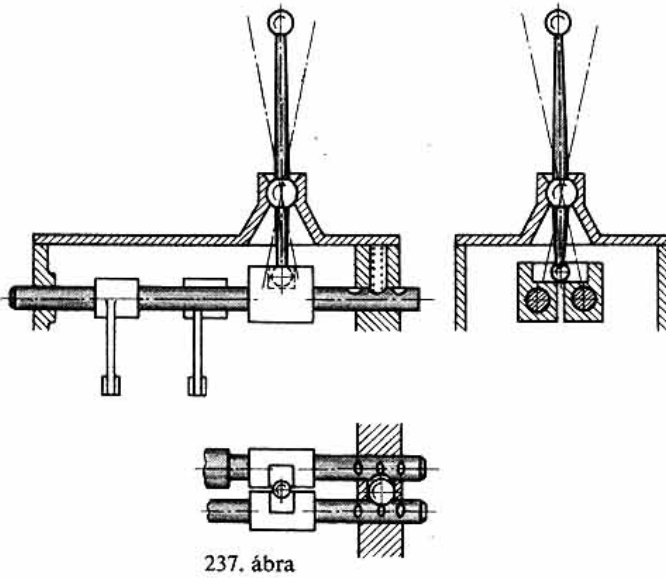
235. ábra



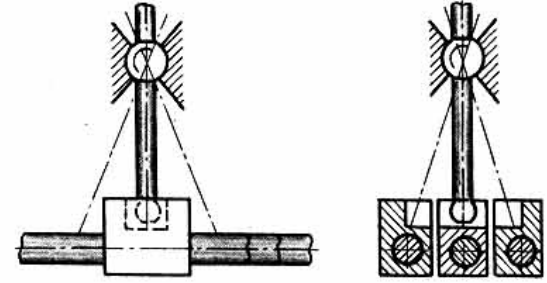
234. ábra



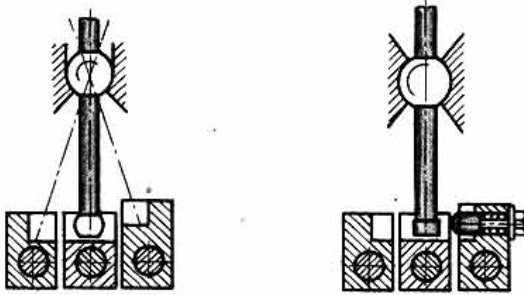
236. ábra



237. ábra

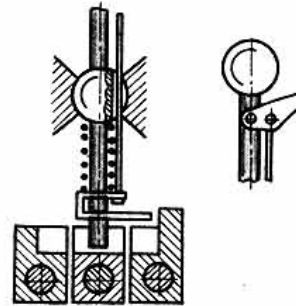


238. ábra

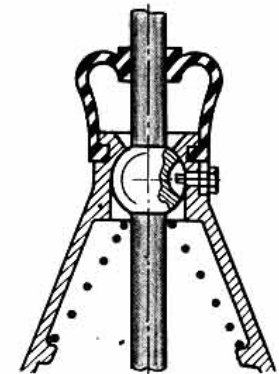


239. ábra

240. ábra



241. ábra



242. ábra

tolórudak fölött helyezkedik el, s a kar alsó vége bele-nyúlik a tolórudakra erősített tömbök üregébe.

A fokozat kiválasztása a kapcsolókar keresztirányú mozgásával történik. A kapcsolókart jobbra vagy balra elmozdítva, a kar alsó vége vagy az egyik, vagy a másik tolórúdra szerelt tömb üregébe tolódik át. A kapcsolókart ezután előre vagy hátra mozdítva a megfelelő tolórudat eltolhatjuk.

Három tolórúd esetén a 238. ábra szerint működik a kapcsolókar. Itt a fokozat kiválasztásához három helyzet valamelyikébe kell hozni a kapcsolókart. Három helyzet közül már nem lehet olyan egyértelműen megtalálni a szükségeset, mint két helyzetnél, amikor egyszerűen csak ütközésig kellett tolni a kapcsolókart, és biztosak lehettünk abban, hogy a kívánt tolórúd fog elmozdulni.

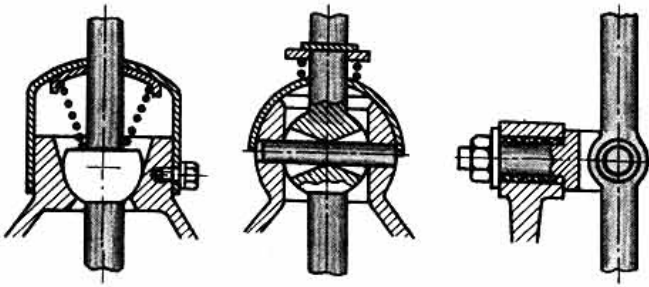
Ez a bizonytalanság különösen hátramenet vonatkozásában veszélyes, mert ha a gépkocsivezető pl. a III. vagy a IV. fokozat kapcsolásához a középső tolórudat akarja eltolni, de véletlenül a kapcsolókar a szélső tolórúdba akad bele, akkor a nem kívánt hátramenet bekapcsolódása törésekre vezethet. Ezért a

kiválasztást egyértelművé kell tenni, ami abból áll, hogy csak két tolórúd között tesszük lehetővé a szabad választást, a harmadik tolórúd bekapcsolását külön mozdulat elvégzéséhez kötjük. A 239. ábrán pl. a harmadik tolórúd tömbje, ill. a benne levő üreg magasabban helyezkedik el, mint a másik kettő. A középső és a bal oldali tolórúd a szokásos módon kapcsolható, mintha csak ez a két tolórúd lenne. A harmadik tolórúd kapcsolásához a gépkocsivezetőnek föl kell emelnie a kapcsolókart, hogy a kar alsó vége jobbra elmozdítható legyen.

Egy másik megoldásban (240. ábra) a gépkocsivezetőnek többet kell kifejtenie, ha a jobb oldali üregbe akarja a kapcsolókar alsó végét benyomni.

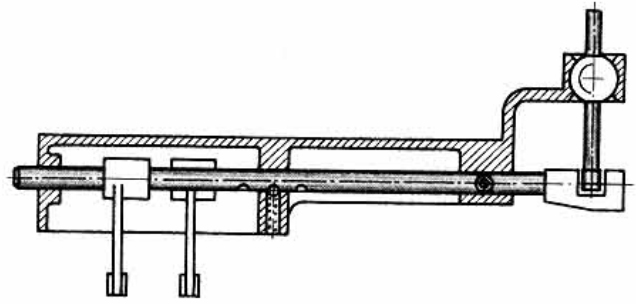
A 241. ábrán külön reteszelő szerkezet gátolja meg a jobb oldali rúd kapcsolását. Itt a gépkocsivezetőnek a kapcsolókar gombjánál levő „békát” kell megnyomnia ahhoz, hogy a reteszelő lemez egy rugó ellenében fölemelkedjék.

A kapcsolókar két szabadságfokú (gömbcsuklós) csapágyazására néhány példát mutatunk be. A 242. ábrán a váltóműház fedeléből felnyúló harangba van

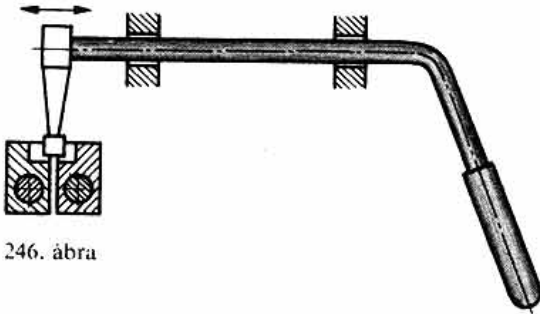


243. ábra

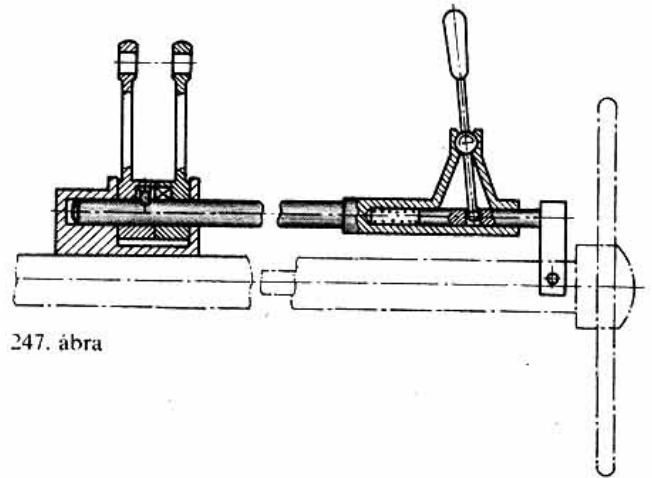
244. ábra



245. ábra



246. ábra



247. ábra

a kapcsolókar csapágyazva. A harang belső felületén készített felöntésen támaszkodik az a kúpos tekercsrugó, amelyik a harang felső részén kialakított gömbfészekbe beszorítja a kapcsolókaron levő gömböt. A kapcsolókar elforgatását csavarral akadályozzuk meg.

A 243. ábra bal oldalán felülről van a gömbfészekbe szorítva a kapcsolókar gömbje, ami lehetővé teszi a kapcsolókarnek a 192. ábrával kapcsolatban említett, kismértékű megemelését.

A leszorító rugó egyúttal egy tömítést szolgáló csúszótányért is felszorít a lemezsapkához.

A 244. ábra közepén a kapcsolókar gömbje nem gömbfészekben ül, hanem a benne levő kettős kúpos furaton át dugott csapon. A gömb alakú tömítésapkát itt is rugó szorítja lefelé.

Gömbcsukló helyett néha kettős csapágyazást alkalmaznak, ami szintén két szabadságfokú mozgási lehetőséget ad (a 244. ábra jobb oldala).

Abban az esetben, ha a váltómű nem a gépkocsivezető lábánál, hanem távolabb van, akkor a kapcsolókat nem helyezhetjük közvetlenül a váltómű fedelére,

mert a kezelés nehézkes lenne. Ha a távolság nem túlságosan nagy, akkor egyszerű megoldás a váltóműház fedelének a megnyújtása vagy megtoldása (245. ábra).

Szintén viszonylag nagyobb távolságban lehet a váltómű a gépkocsivezetőtől, ha gömbcsuklós kapcsolókar helyett kapcsolórúdat alkalmazunk (246. ábra), amelyiknél a két szabadságfokot a rúd hosszirányú eltolhatósága (fokozatkiválasztás) és a hossz tengelye körüli elforgathatósága (a kapcsolás végrehajtása) adja.

Sok személygépkocsin a kapcsolókart a kormányrúdra, a kormánykerék mögé szerelik (247. ábra). Ilyenkor a kapcsolókar kapcsolórúddal van kombinálva. Legegyszerűbb kivitelben a kapcsolórúd hosszirányú eltolása a karos áttételen keresztül történik. A kar előre-hátra mozgatásával a kiválasztást, jobbra-balra mozgatásával a kapcsolást hajtjuk végre. A legtöbb esetben a kapcsolórúd alsó vége nem közvetlenül a tolórúd tuskóját mozgatja, hanem egy egykarú emelő agyát. Az emelőkar végét csuklós rudakkal kötjük össze a tolórúddal vagy gyakrabban a villát mozgó emelőkarral.

A kapcsolókar kapcsolási helyzeteit sokféleképpen lehet elrendezni. A 248. ábrán néhány gyakran alkalmazott elrendezést láthatunk. A vízszintes elmozdulás a tolórúd-kiválasztást eredményezi, a függőleges elmozdulás magát a kapcsolást. Nyilvánvaló, hogy egy függőlegesbe mindig az a két fokozat esik, amelynek a kapcsolása ugyanazzal a tolórúddal történik.

Ha a váltómű túlságosan nagy vagy túlságosan messze van a vezetőtől, és ezért komplikált rudazatot kell alkalmazni (pl. farmotoros autóbuszon), akkor a fokozatváltás esetleg túl nagy erőt igényel a vezetőtől. Ilyenkor szervóberendezést alkalmazhatunk. Erre láthatunk példát a 249. ábrán. A szerkezet légnymással működik, de kis átalakítással folyadékkal is működhet. Természetesen a kapcsolókar akkor is használható, ha a nyomás valamilyen okból kimarad.

A váltómű háza általában fedéllel ellátott szekrény jellegű. Amint arról korábban szó volt, gyakran a tengelykapcsoló házával egy darabból készítik (250. ábra). A szekrény legtöbbször felül nyitott. A zárófedél szolgál általában a tolórudak befogadására is.

A szekrény két homlokfalán a csapágyak, ill. a tengelyek részére szolgáló kör alakú nyílások láthatók. A csapágyakat leszorító fedelet legtöbbször úgy alakítják ki, hogy egyrészt a tengelykapcsoló kinyomócsapágyának szolgáljanak vezetőhüvelyül, másrészt a kimenő tengelyen levő kilométeróra-hajtószerkezetet és a tömitést is magukba foglalják. A szekrény belsőjében legtöbbször külön pillérszerű felöntést találunk a hátrameneti fogaskerék tengelyének csapágyazása céljából. A szekrény alján mindig olajleeresztő csavart kell alkalmazni. A ház külső falán, esetleg alul a sarkánál megtalálhatjuk az alvázhöz való erősítést szolgáló menetes furatot vagy csavart.

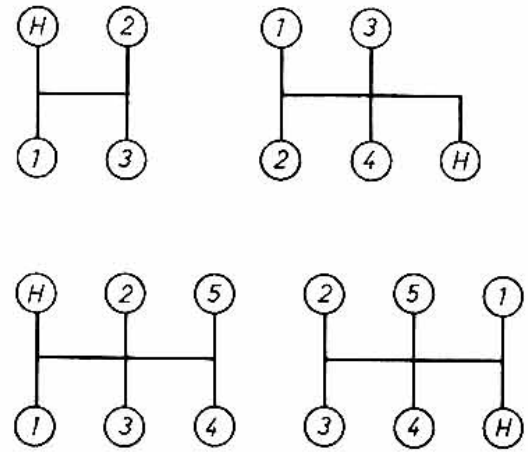
A 251. ábrán oldalt van kialakítva a szerelőnyílás, ide csavarozandó a fedél a tolórudakkal, amelyekről ebben az esetben oldalról nyúlnak be a kapcsolóvillák. A rajzon olajsztintmérő pálca is látható.

A 252. ábrán toldalékkal ellátott házat láthatunk, amely a kimenő tengelyt veszi körül.

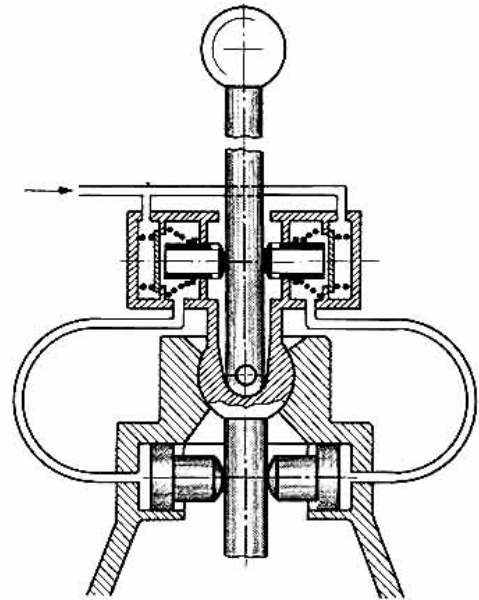
A 253. ábra differenciálmű-házzal egybeépített váltóműházat mutat. Az együttes, leszámítva a jobb oldalon látható lemezfedelelet, két részből áll. A bal oldali rész a tengelykapcsoló háza és részben a differenciálmű háza, a jobb oldali rész a differenciálmű házának a másik fele és maga a váltóműház.

A segédváltóművekkel egybeépített főváltómű háza elvileg változatlan maradhat, ha a segédváltóműveket a házon kívülre helyezük (254. ábra).

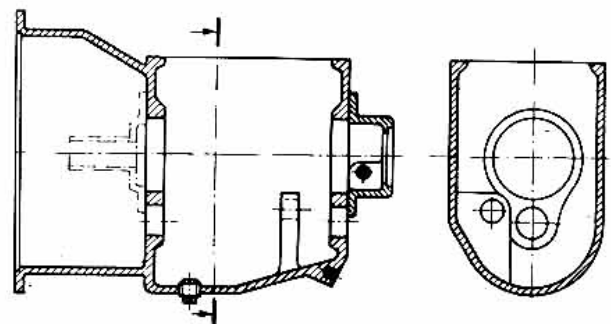
Áttérve a bolygóműves sebességváltóra, legkényesebb problémát a méretek túlhatározottsága jelenti.



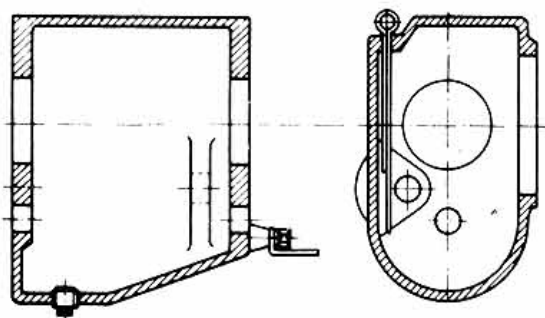
248. ábra



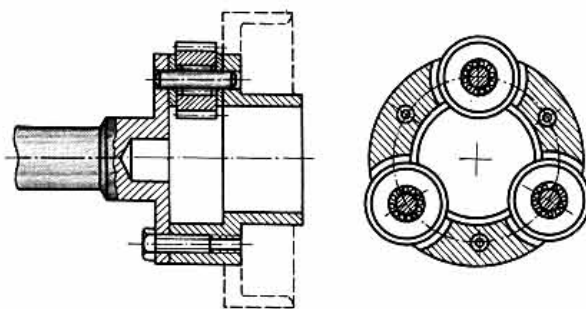
249. ábra



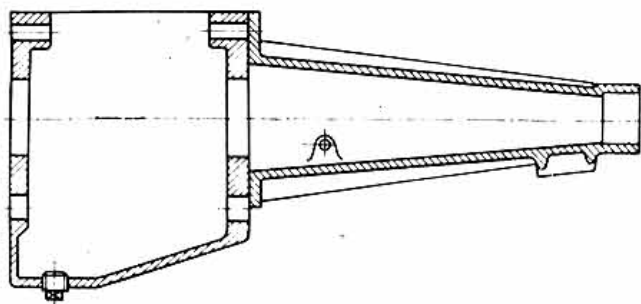
250. ábra



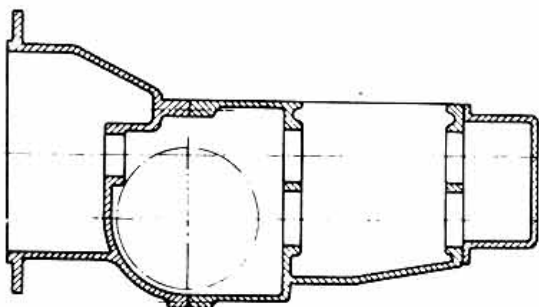
251. ábra



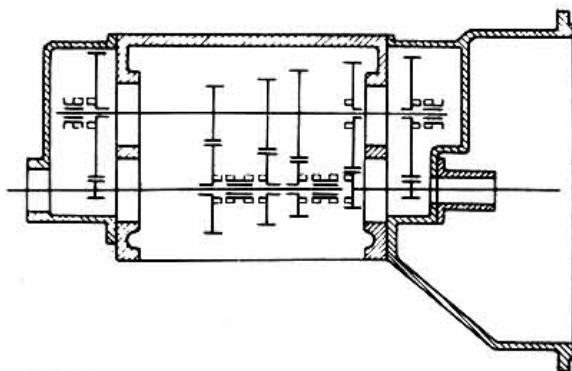
256. ábra



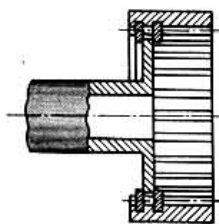
252. ábra



253. ábra



254. ábra



255. ábra

Az erők kiegyensúlyozása céljából legtöbbször három bolygókerék alkalmaznak.

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

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

— Ha a forgattyúkart mereven csapágyazzuk, akkor a két középponti kereket, amely elferdülés ellen is biztosítandó — radiális játékkal kell szerelni, hogy magától beállhasson a bolygókerékek közé. (Ez a módszer csak három bolygókerék esetén alkalmazható, meglehetősen drága megoldás.)

— Ha a forgattyúkar és a két középponti kerék merev csapágyazású, akkor a bolygókerékeket egymástól függetlenül rugalmas hüvely vagy ún. úszócsapágy segítségével kell csapágyazni, s így a bolygókerékek állhatnak be szabadon. Sajnos, kettős bolygókerékeknel a billenőnyomaték miatt nem alkalmazható.

— Ha a csapágykerékek és a bolygókerékek merev csapágyazásúak, akkor a forgattyúkarnak kell lazább csapágyazást biztosítani. Ilyenkor kissé nehézkes a forgattyúkar hajtása.

A tengelyek szokásos alakban készülnek, a bolygóműves váltókra azonban jellemző a csőtengelyek alkalmazása.

A fogaskerekek néha szokatlan formát kapnak. A 255. ábrán a belső fogazású kerék koszorúrésze külön darabból készült, s fogazott tárcsára van ráhúzva. Ez a felerősítés bizonyos beállási lehetőséget is ad.

A fogaskerekek csapágyazása más, ha központi kerekről, és más, ha bolygókerékről van szó. A központi kereknek ugyanis radiális erő — az elhanyagolható súlyerőn kívül — nincs, tehát a legegyszerűbb csúszócsapágy is megfelel. A bolygókerékeknel azonban a radiális erő miatt általában tűgörgős csapágyazást alkalmaznak. A 256. ábrán forgattyúkarra szerelt bolygókerék látható. A forgattyúkar két részből áll. A bal oldalon levő tengely tárcsában végződik,

ahhoz van hozzácsavarozva az a gyűrű, amelyen három bemarás van készítve a bolygókerék számára. Ily módon tökéletes megfogás biztosítható a bolygókerék tengelyének. A gyűrű kialakítása természetesen sokféleképpen variálható, a gyűrű csőtengegyben vagy fékdobban (szaggatott vonal) stb. is folytatódhat.

A fékberendezés legtöbbször dobfék, néha kúpos vagy többlamellás tengelykapcsoló.

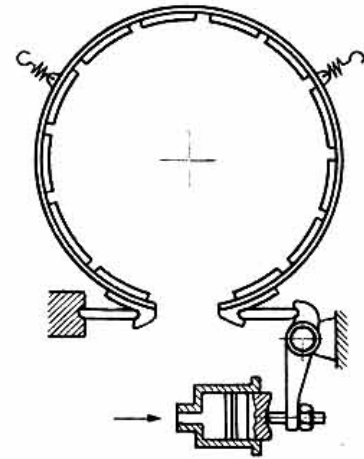
A dobfék két fő részből áll: fékdob és fékszalag. A fékszalag általában vékony acéllemezből készül, aminek a belső felületére súrlódóbetétek — lapok — vannak felszegezelve.

A fékszalag meghúzását karos mechanizmussal végezzük. A 257. ábrán a kart egy hidraulikus dugattyúval nyomjuk be, a 258. ábrán egy előfeszített tekerescrugóval. Ez utóbbin külön probléma annak megoldása, hogy egyidejűleg mindig csak a kívánt fékszalag legyen meghúzva, ami hidraulikus berendezésnél egyszerű vezérlőszeleppel megoldható. A mechanikus szerkezet a következőképpen működik:

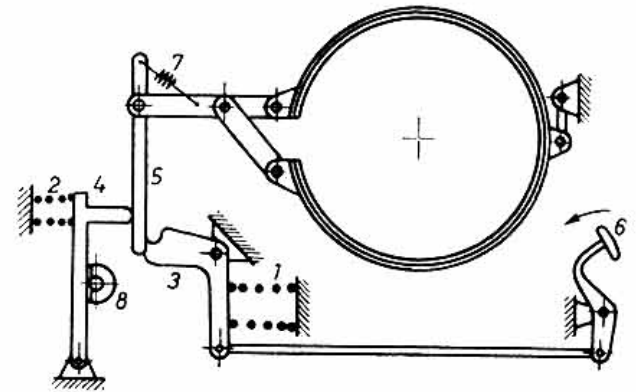
Az ábra kapcsolás előtti helyzetet mutat. Az 1 rugó a 3 kart felnyomva tartja. A 2 rugó viszont a 4 kart nyomja neki az 5 rúdnak. Ez a helyzet mindaddig tart, amíg a gépkocsivezető rövid időre le nem nyomja a 6 pedált. Ekkor ugyanis az 5 rúd alsó vége bepattan a 3 kar bemélyedésébe, és a pedál fölengedésekor az 1 rugó ereje a szalagféket behúzza. A fék kiengedése úgy történik, hogy a 8 bütyköstengelyt elfordítva a 4 kart a 2 rugó ellenében balra elhúzzuk, 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 váltóműnek 3—4 fékszalagja van, s ezek közül általában mindig csak egyet kell behúzni. Ezért a pedál és az 1 rugó kivételével minden alkatrészről 3—4 darab van egymás mögött sorban elhelyezve. Mivel a 8 bütyköstengelyen a 3—4 darab bütyök egymáshoz képest el van fordítva, nyilvánvaló, hogy bármilyen helyzetben van is a bütyköstengely, mindig csak egyetlen 4 karnak ad lehetőséget, hogy a hozzá tartozó 5 rudat bepattintsa a 3 kar bemélyedésébe.

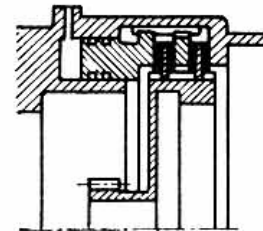
A fokozatkapcsolás tehát két ütemben történik. A gépkocsivezető először a 8 bütyköstengelyt fordítja el a kívánt helyzetbe. Ezt menet közben is bármikor megtelheti, mert ezzel a kapcsolás még nem történt meg. Amikor viszont a fokozatváltást el kell végezni, akkor csak a pedált kell pillanatra benyomni.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



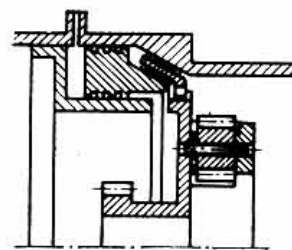
257. ábra



258. ábra



259. ábra

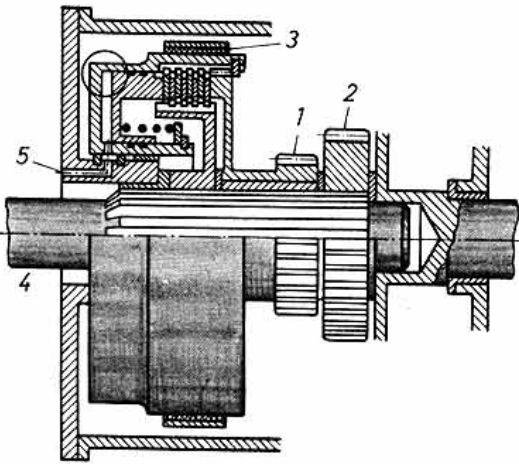


260. ábra

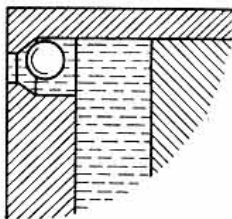
A 259. ábrán tárcsásfék látható. A féktárcsák egy napkerék-fogaskoszorú kettőskerék külső bordázatára vannak felhúzva. A féktárcsákat a házban elhelyezett gyűrűsdugattyúval lehet összeszorítani.

A 260. ábra kúpos féket mutat. Itt a kúpos tárcsa egy napkerékkel egybeépített forgattyúkar bordázatára van felhúzva.

A 261. ábrán az 1 napkerék kapcsolására két lehetőség van. Vagy a 3 szalagfékkel megállítjuk, vagy a többlamellás tengelykapcsolóval a 4 tengelyhez kötjük. A tengelykapcsolót az 5 furaton bevezetett nagy nyomású olaj kapcsolja. Az üritéssel kapcsolatban meg kell említeni, hogy problémát szokott okozni a forgó munkahengerben levő folyadékra ható centrifugális erő. Ez az erő ugyanis a kerület felé szorítja a folyadékot, s hiába nyitjuk ki a csatornát, amelyet a forgás miatt a tengelyen keresztül lehet csak átvezetni, a folyadék bent marad a hengerben, s esetleg olyan nagy nyomást fejt ki a dugattyúra, hogy a lamellák zárva maradnak vagy legalábbis állandóan sűrűdnak. Ezt elkerülendő golyós szelepet szoktak a munkahenger kerületén elhelyezni (262. ábra), amelyet a folyadéknyomás szorít rá az ülésére. A szelepülés kúposan van kiképezve, hogy a golyóra ható centrifugális erő leemelni igyekezzék a golyót az ülésről. Helyes méretezés esetén a golyó valóban nem marad az ülésen, ha a szivattyútól jövő nyomás megszűnik.



261. ábra



262. ábra

7. Automatikus sebességváltók

A hagyományos előtétengelyes váltóműveket általában kézzel kapcsolják. A kapcsolószerkezetről az előző fejezetben volt szó. Ugyancsak volt szó már a hidrodinamikus nyomatékvtólóról is, ami azonban egy vonatkozásban alapvetően eltér a fogaskerekes váltóművektől: bizonyos határok között automatikusan változtatja a kinematikai áttételt és a nyomatékmodosítást. Ehhez az automatikus változtatáshoz nincs is szükség külön automatikára. Más a helyzet akkor, ha a nyomatékvtólóban rejlő módosítás önmagában nem elég, s ezért egy mechanikus váltóművet is sorba kapcsolunk vele. A mechanikus váltómű kapcsolása azonban — akár tisztán mechanikus szerkezetről, akár hidromechanikus sebességváltóról van szó — csak külön szerkezet segítségével automatizálható.

A továbbiakban négy példán mutatjuk be az automatikus váltóművek vezérlésének, ill. működésének elveit. Ötödik példa lehetett volna a pusztán nyomatékvtólóból álló sebességváltó is, azonban mint fentebb említettük, ahhoz nem kell külön vezérlő-, ill. szabályozószerkezet.

Első példánkban egy nyomatékvtólóból és egy 2+1 fokozatú mechanikus váltóműből álló szerkezet vezérlésével ismerkedünk meg. Magát a váltóművet a 183. ábrán már bemutattuk. A hozzá tartozó vezérlőszerkezet csak a mechanikus rész kapcsolására szolgál, mégpedig nem is automatikus kapcsolására. Ez azt jelenti, hogy a gépkocsivezetőnek kell a fokozatokat kapcsolnia (de az egyes fokozatokon belül a nyomatékvtóló már automatikusan szabályoz).

A gépkocsivezető a fokozatot egy állítókar vagy nyomógomb segítségével kapcsolja, esetünkben két előremeneti és egy hátrameneti fokozat közül valamelyiket. A nyomatékvtóló módosítása itt olyan, hogy átlagos üzemi viszonyok között a „direkt” fokozatot lehet használni indulásra is és utazásra is. A másik előremeneti fokozatot, az ún. lassú (vagy terep, ill. motorfék) fokozatot csak akkor kell kapcsolni, ha a járművet különleges terepviszonyok között használjuk.

A vezérlőberendezés három fő részből áll (263. ábra):

- olajjellátás (alsó rész),
- vezérlődugattyú (középső rész),
- végrehajtó tagok (felső rész).

Az olajjellátásról két fogaskerék-szivattyú gondoskodik. Az egyiket a motor tengelye, a másikat a váltómű kimenő tengelye hajtja. Mindkét szivattyúból a folyadék visszacsapó szelepeken keresztül a