

2. A tengelykapcsolók szerkezeti kialakítása

A tengelykapcsoló alkatrészeinek egy része a motor lendkerékére van felszerelve, s magán a lendkeréken alakítjuk ki az egyik súrlódó felületet is, amihez a súrlódótárcsát hozzászorítjuk.

A lendkeréknek két fő típusát különböztetjük meg: fazék alakút és tárcsa alakút (27. ábra). A tárcsa alakú lendkerék könnyebben gyártható (a súrlódó felület megmunkálása is könnyebb), viszont valamivel bonyolultabb alakú fedelet kell hozzá készíteni.

A lendkerék felerősítésekor nagy gondot kell fordítani a központosításra és a nyomaték üzembiztos átvitelére (28. ábra). Általában a lendkerékben csapágyazzuk a váltómű bemenő tengelyét is, aminek bordás végére szereljük a súrlódótárcsát. A lendkerékre még fogaskoszorút szoktunk felhúzni (melegen), ami az indítómotor fogaskerekével kapcsolódhat.

A tengelykapcsoló következő fontos alkatrésze a nyomótárcsa, amelyet a lendítőkerékhez hasonlóan öntöttvasból vagy acélöntésből készítünk. A nyomótárcsát meglehetősen vastagra kell készíteni, hogy hőre ne vetemedjék, s mindig egyenletesen szorítson. A nyomótárcsát általában tömörnek képezzük ki, de kéttár-

csás tengelykapcsolón (12. ábra) célszerű a belső nyomótárcsát radiálisan hűtőnyílásokkal ellátni (29. ábra).

A nyomótárcsa felerősítésekor két szempontot kell kielégíteni:

- axiálisan szabadon elmozdulhasson;
- a lendkerékhez képest ne forduljon el, hogy a súrlódásból származó nyomatékot fölvehesse.

Ezt a két követelményt sokféle megoldással kielégíthetjük. A 30. ábra szerint a nyomótárcsa peremén kiképzett horonyba valamilyen csapot (csavarfejet, szegecset stb.) dugunk be radiálisan vagy axiálisan. A 31. ábrán a csap olyan hosszúra van kiképezve, hogy az egyúttal a tengelykapcsoló fedelét is tarthatja. A 32. ábrán a kiemelő kar csapágyául szolgáló alkatrész nyúlványa veszi fel a forgatónyomatékot. Gyakran a kiemelő karokat készítik úgy, hogy egyúttal a nyomaték átvitelére is alkalmasak legyenek (33. ábra). A 34. ábrán laprugókkal erősítik fel a nyomótárcsát. A rugó egyik vége a nyomótárcsához, a másik vége a tengelykapcsoló fedeléhez van erősítve. Az érintőlegesen elhelyezett rugólapot húzásra veszi igénybe a súrlódónyomaték.

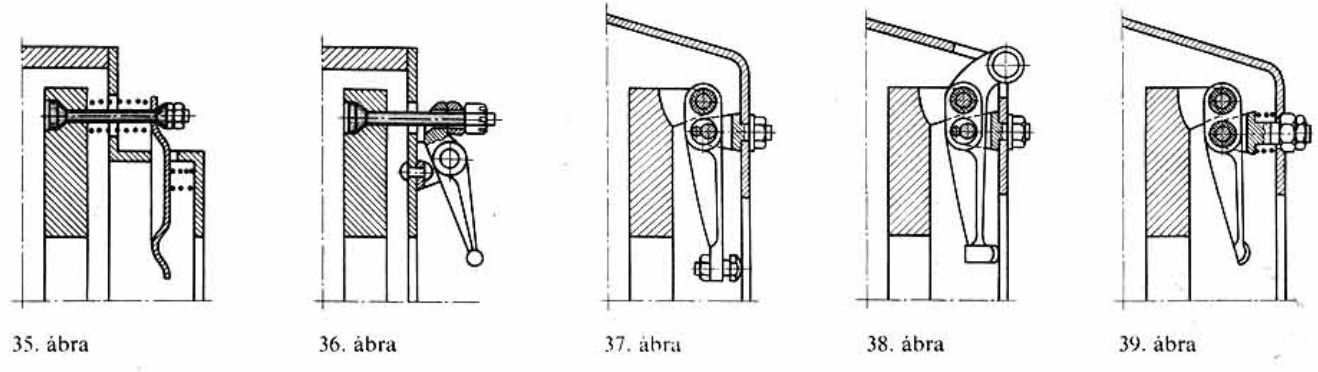
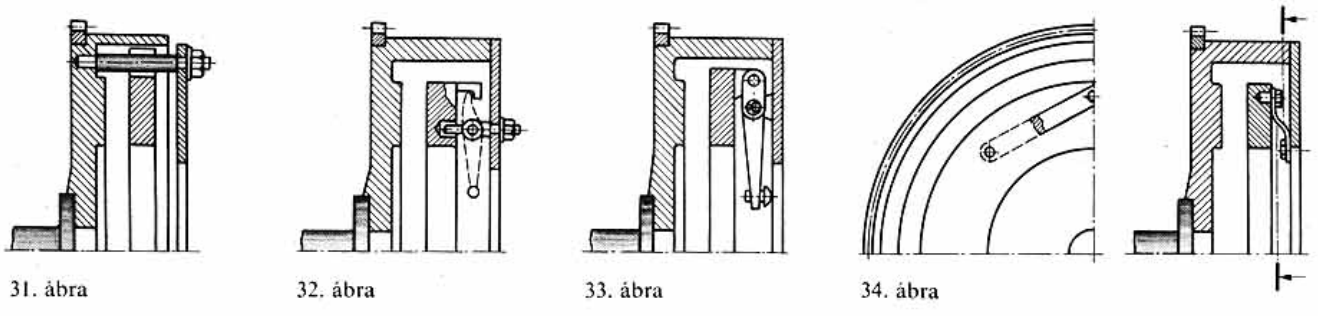
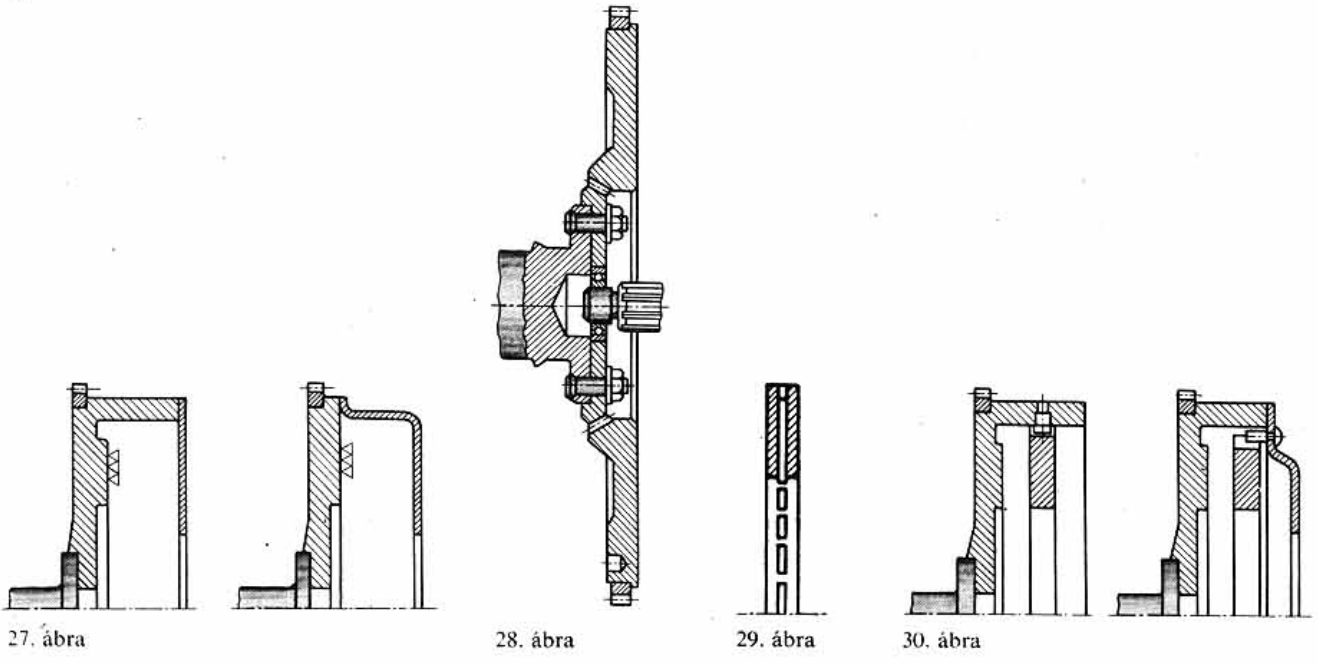
Kiemelőkarokból általában hármat alkalmazunk az egyenletes fölfekvés céljából. A kiemelőkarokat úgy kell megszerkeszteni, hogy befeszülés sehol se fordulhasson elő.

A 35. ábrán lemezből sajtolt kiemelőkar látható, ami a tengelykapcsoló fedelén levő nyíláson van átdugva, s ez a nyílás egyúttal a kétkarú emelőként működő alkatrész megtámasztását is megoldja. A rugók a lötyögések kiküszöbölése végett vannak beszerelve. A kiemelőkar működtetés közben szabadon csúszkálhat a fedélben, tehát nem szorulhat be.

A 36. ábrán a kiemelőkart a fedélre csapágyazzuk, itt viszont a kar felső végén levő nyílást kell kissé bővebbre hagyni a befeszülés elkerülése céljából.

A 37. ábra olyan kiemelőkart mutat, ami a nyomaték átvitelére is képes. A kar a nyomótárcsához tűgörgős csapággal van felerősítve, viszont a tengelykapcsoló fedeléhez csak oly módon szabad felszerelni, hogy az alkalmazott csapágy kis radiális mozgást lehetővé tegyen. E célból a furatot lényegesen nagyobbra készítjük a csap átmérőjénél, s a két átmérő közti különbségnek megfelelő vastagságú rövid csapocskát helyezünk el szabadon a furatba. Ez a csapocska megátolja a tengelyirányú kotyogást, de lehetőséget ad kismértékű radiális elmozdulásra, tehát a kiemelő karok nem feszülhetnek be.

Itt említjük meg, hogy sokáig divat volt az ilyen típusú kiemelőkart egy nyúlvánnyal ellátni, ami az egész kar súlypontját a csapágyazástól jobbra kifelé



eltolta. A súlypont eltolódása következtében a centrifugális erő olyan nyomatékot fejtett ki a karra, ami még jobban szorította a nyomótárcsát, mintegy „segített” a rugóknak. Ennek az ún. „félcentrifugális” tengelykapcsolónak (38. ábra) az előnyei azonban csak látszólagosak voltak, mert nem akkor növelte az összeszorító erőt, amikor arra szükség volt. Az utóbbi időben felhagytak az alkalmazásával.

A 39. ábrán a kiemelőkarnak mindkét furatában tűgörgős csapágyat láthatunk, ilyenkor viszont a csapnak a fedélhez való felerősítésénél kell elmozdulási lehetőségről gondoskodni. Erre a célra a gömbi felfekvés kiválóan megfelel.

A 40. ábrán bemutatott kiemelőkar mereven van a fedélhez csapágyazva, viszont a nyomótárcsa felé kevésbé merev a kapcsolat.

Érdekes kialakítást láthatunk a 41. ábrán. Itt a kiemelőkar a nyomótárcsára van csapágyazva, a lendítőkerékhez csak támaszkodik. Ilyen megoldással még a tengelykapcsoló fedelére sincsen szükség.

A kiemelőkarok végét különbözőképpen alakíthatjuk ki. Általában legömbölyített felületre van szűkülés. Némelyik kivételben állítási lehetőség is van.

A következőkben olyan kiemelőszerkezetet ismertetünk, amely már részben vagy egészében a nyomórugó szerepét is betöltheti. A 42. ábrán a nyomótárcsa és a tengelykapcsoló-fedél között kúpos tányérrugót láthatunk. A rajz itt is kiemelt helyzetet mutat. Ha lábunkat a pedálról felvéve lehetőséget adunk a központi tekerescrugónak az elmozdulásra, akkor az a tányérrugót kifordítja, s összeszorítja a súrlódó felületeket. A korábban ismertetett kiemelőkaroknál kiemeléskor lineárisan nőtt a kiemelőerő a nyomórugó lineáris karakterisztikájának megfelelően. Ott tehát a kiemelt helyzet fenntartásához kellett a legnagyobb erőt kifejteni. Itt azonban a kiemelőszerkezetnek is, azaz a tányérrugónak is van saját rugalmassága, ami módosítja az erőjátékot. A tányérrugó karakterisztikája nem lineáris, hanem a 43. ábra szerinti. A működési utat úgy kell kiválasztani, hogy az a középső, eső jellegű szakaszra essék (példánkban 20 mm-től 40 mm-ig). Ebben az esetben elérhető, hogy a tányérrugó ereje bekapcsolt állapotban csak kismértékben, kiemelt állapotban nagymértékben csökkenti a központi rugó erejét, tehát kis láberő kell a kiemeléshez.

A tányérrugó beszerelésére láthatunk egy másik megoldást a 44. ábrán.

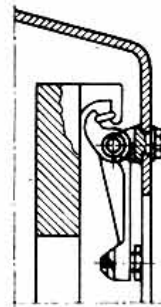
A tányérrugóra emlékeztet a 45. ábrán látható megoldás is, itt azonban tulajdonképpen sok különleges alakú laprugó van egymás mellé rakva. A laprugók belső végének hengeresen megvastagított része fészkeszerű körhoronyban helyezkedik el.

A tengelykapcsolónak eddig ismertetett alkatrészei mind a lendítőkerékhez, ill. a fedélhez voltak erősítve, azaz a lendítőkerékkel együtt forogtak. Éppen ezért ezek tömegét mindig hozzá kell számítani a lendítőkerék tömegéhez.

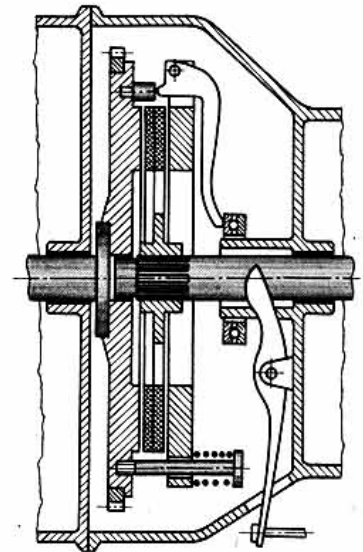
A második alkatrészcsoporthoz legfontosabb alkatrész a súrlódótárcsa, ami már a váltómű bemenőtengelyével forog együtt. A súrlódótárcsát általában egy külön elkészített agyra erősítjük, legtöbbször szegeccsel (46. ábra). A tömegek csökkentése végett a tárcsát vékony (1,5–2 mm-es) acéllemezből készítjük. A tárcsa mindkét oldalára súrlódóbetétet erősítünk fel. A súrlódóbetétet az olajtól óvni kell, ezért célszerű egy-egy olajsűrítő tárcsát is felszerelni.

A tárcsa kialakítására többféle lehetőség van. Legegyszerűbb, ha a tárcsát egyetlen körlemezről készítjük el, s erre szegeccseléssel vagy ragasztással erősítjük fel a súrlódóbetétet (47a ábra). Nagyobb hajlékonyságot és jobb felvekvést adhatunk a tárcsának, ha helyenként bevágásokat készítünk (47b ábra).

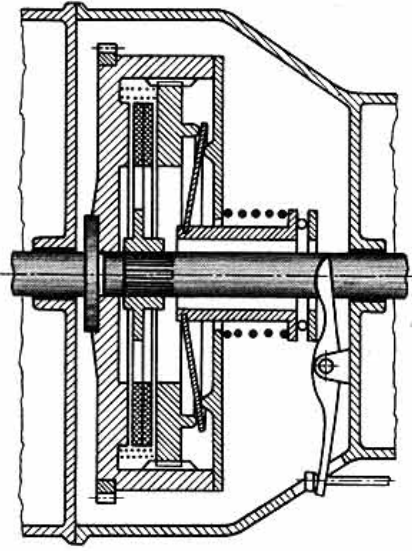
A súrlódóbetétet közvetlenül a sík tárcsára is szegecselhetjük (48a ábra). Lényegesen simábban kapcsolhatunk azonban akkor, ha a két súrlódóbetét közötti tárcsát rugalmasan képezzük ki, hogy a súrlódó felületek a nyomás hatására közeledhessenek egymáshoz. A pedál fokozatos felengedésekor először az érintkezés veszik fel a súrlódó felületek. Ha a betétek S vastagsága nem változhat, akkor az érintkezés felvétele után a pedál sem emelkedik tovább (leszámítva a rudatban levő rugalmas deformáció hatását). Elvileg tehát álló pedálra kifejtett láberőt kell folyamatosan, ugrások nélkül maximumról nullára csökkenteni. A folyama-



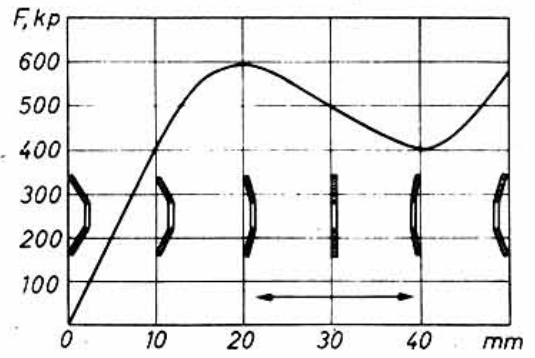
40. ábra



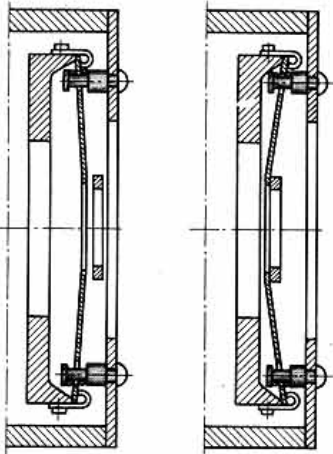
41. ábra



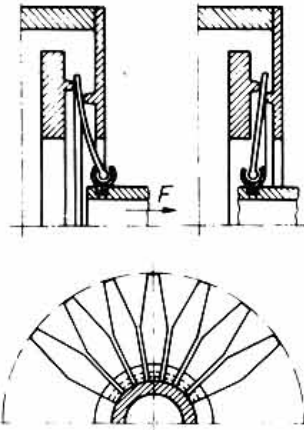
42. ábra



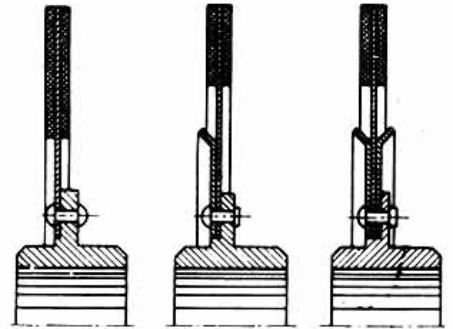
43. ábra



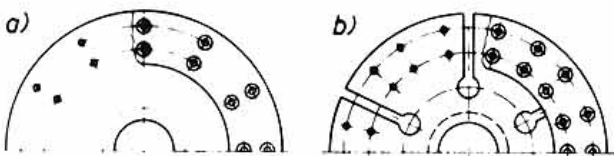
44. ábra



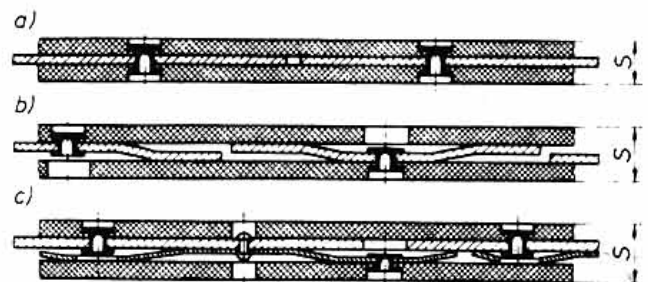
45. ábra



46. ábra



47. ábra



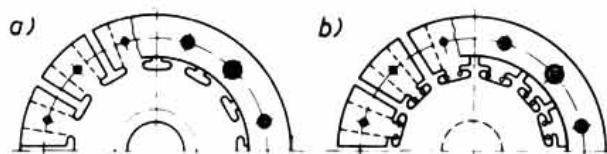
48. ábra

tosságot, simaságot sokkal könnyebb elérni, hogyha az erő csökkenéséhez pedálmozdulás is tartozik, és pedig minél hosszabb. (Fiziológiai tulajdonság.) A 48b ábrán a 49. ábra szerinti tárcsát láthatjuk a szegecsek osztóköre mentén metszve. A viszonylag sűrű bevágások kis szegmensekre, lapátokra osztják a tárcsát. Minden lapátot a szaggatott vonal mentén kicsit meghajlítunk, hogy a 48b ábrán látható alakot kapjuk. A hajlítást felváltva hol az egyik, hol a másik irányba végezzük, s a betéteket is váltakozva szegecseljük. Ha az ilyen tárcsát összenyomjuk, az S méret az erővel arányosan csökken, s így finomabban szabályozható az átvitt nyomaték. A rugalmas betét felerősítésére még egy példát láthatunk a 48c ábrán, ahol az eredeti tárcsára, ami síkban maradt, hullámos rugólemezek vannak szegecselve, s erre erősítik fel az egyik oldali súrlódóbetétet.

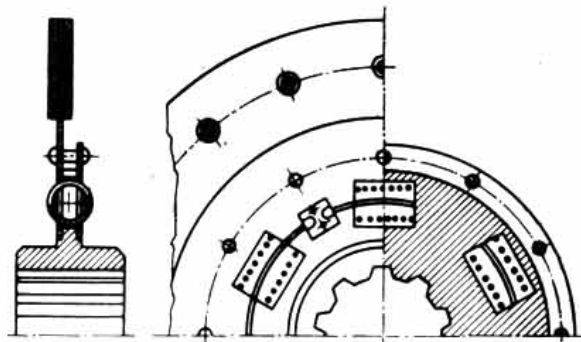
A követelmények között szerepel az az igény, hogy a tengelykapcsoló ne vigyen át dinamikus erőhatásokat, lengéseket. E célból torziós lengéscsillapító beépítése válik szükségessé. Az 50. ábrán súrlódásos lengéscsillapító van a tárcsa és az agy közé beépítve. A súrlódóbetéttel felszerelt tárcsához még egy kisebb átmérőjű tárcsa is fel van erősítve, távolságtartó szegecsek vagy csavarok segítségével (51. ábra). A két tárcsa közrefogja az agy karimáját. Az összeszegecseelt tárcsák szabadon elforoghatnak az agyon, ha a kivágott ablakokba spirálrugókat nem helyeznénk (52. ábra). Mivel a spirálrugó átmérője nagyobb, mint a tárcsák összvastagsága, a tárcsa az agyon csak úgy fordulhat el, ha a rugókat összenyomja. Természetesen a nyomaték megszűnése után a tárcsa és az agy visszanyeri eredeti relatív helyzetét. A tárcsa és az agy relatív mozgása azonban súrlódással jár együtt, amit csak fokoz a közéjük helyezett súrlódóbetét. A súrlódást az összeszorítással esetleg szabályozni is lehet (az 51. ábra jobb oldalán). Ha tehát a tárcsáról dinamikus erő, lengés akar átadódni az agyra, akkor a rugó és a súrlódás ellenében relatív elmozdulás jön létre, ami a rugó hatására a következő pillanatban ellentétes irányú lesz. A súrlódás a lengés energiáját felemészti, így a tengelykapcsoló a lengéseket csillapítja.

A csillapítás hatásosabb, ha folyadékös lengéscsillapítót is beépítünk. Az 53. ábrán látható megoldásban az ablakokba nem egyszerű tekericsrugót helyezünk, hanem egy dugattyúval kiegészítjük a rugókat. A dugattyú mozgásakor a folyadék vékony furaton keresztül tud ki-be áramlani, s ez hatásos és progresszív csillapítást eredményez. A rugót és a dugattyút olajjal kell körülvenni, aminek az elfolyását fedelekkel és tömítésekkel akadályozzuk meg.

Egyszerű lengéscsillapítót alakíthatunk ki gumi fel-



49. ábra



50. ábra

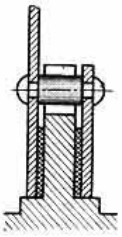
használásával, amikor a csúszósúrlódáson kívül a gumi belső súrlódása is hozzájárul a csillapításhoz. Az 54. és 55. ábrán egy-egy kivitel látunk a gumbetétes torziós lengéscsillapítóra.

A harmadik alkatrészcsoportba azok az alkatrészek tartoznak, amelyek az álló házhoz vannak erősítve. Ezek feladata a kiemelőkarak mozgatása, azaz a tengelykapcsoló működtetése.

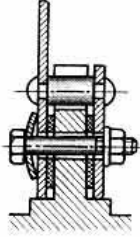
A 10. ábrán felvázolt tengelykapcsolónál kiemeléskor közvetlenül a rugótányért kell benyomni. Mivel a rugótányér a tengelykapcsolóval együtt forog, kívülről csak talpcsapágyszerű szerkezettel tudjuk azt megnyomni. Legegyszerűbb megoldás, ha széngyűrűt használunk talpcsapágnak (56. ábra), amit acélgyűrűbe foglalunk. Az acélgyűrűt két kiálló csapjánál fogva egy kétkarú emelővilla végére illesztjük, ahol egy rugó rögzíti (57. ábra). A kiemelővillát a házhoz erősített gömbsapaszegre ültetjük, szintén rugóval gátolva meg a leesést. Villa helyett keresztben álló tengelyre ékelt karokat is használhatunk (58. ábra).

A széngyűrűs kinyomócsapágycsoport, amelyeknek előnye, hogy nem kívánnak külön kenést, akkor is alkalmazhatjuk, ha közvetlenül a kiemelőkarakat akarjuk mozgatni. Ilyenkor a kiemelőkarak belső végére gyenge rugókkal egy csúszógyűrűt illesztünk, s ehhez nyomjuk hozzá a széngyűrűt (59. ábra).

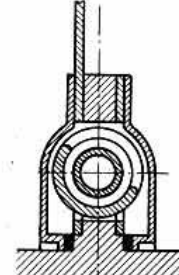
Nagyobb tengelykapcsolókon már csak golyóscsapágot alkalmazhatunk a nagy erők miatt. A golyóscsapágot viszont tengelyirányban vezetni kell, ezért azokat rendszerint egy csúszóhüvelyre szereljük. A hüvelyt a házhoz erősített vezetőcsőre húzzuk rá (60. ábra). A vezetőcső karimája rendszerint



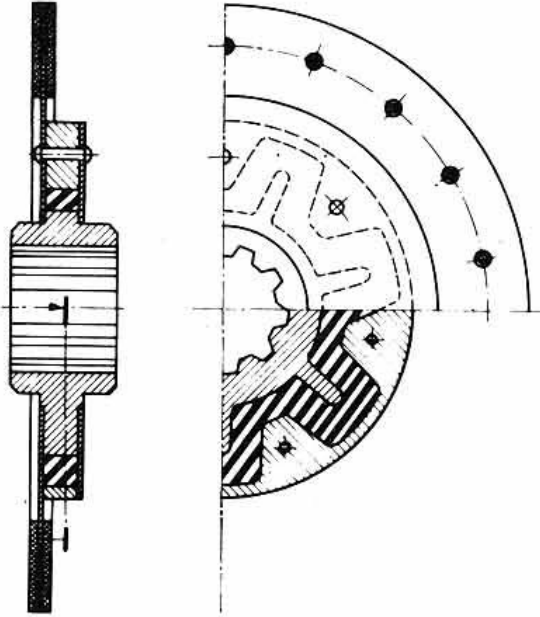
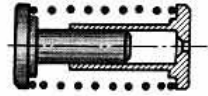
51. ábra



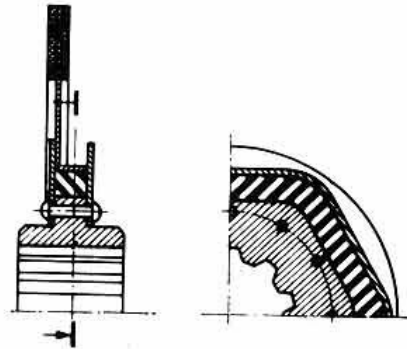
52. ábra



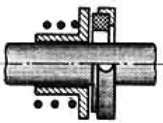
53. ábra



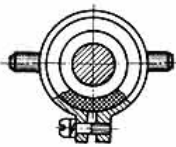
54. ábra



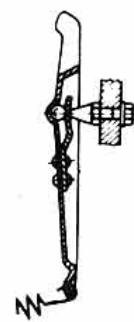
55. ábra



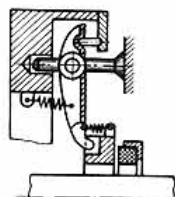
56. ábra



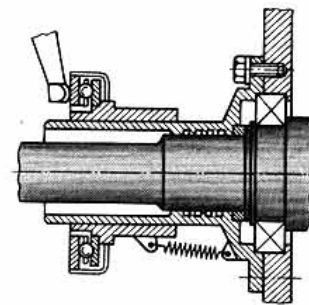
57. ábra



58. ábra



59. ábra



60. ábra

a váltómű bemenőtengelyének golyócsapágyát is leszorítja. A cső és a tengely között tömitésekkel meg kell akadályozni, hogy az olaj a váltómű házából kijöhessen.

A 61. ábrán néhány változatot láthatunk a csapágyra és a csúszóhüvelyre. Mély hornyú golyós- vagy talpcsapágyat alkalmazunk. A csapágy zsírozását többféleképpen oldhatjuk meg. Legegyszerűbb, ha a csapágyat zsírral megtöltve szereljük össze, s burkolattal látjuk el, hogy a legközelebbi szétszerelésig a zsír bent maradjon (a 61. ábrán legfelül). Zsírgomb alkalmazásával a zsír pótolható (második ábra). Egyszerűbb a zsírozás, illetve olajozás, ha egy hajlékony csővel összeköttetést biztosítunk kifelé (harmadik ábra). A legalsó ábra csöpögős olajozást mutat.

A csúszógyűrűt szintén mozgathatjuk villával vagy egy keresztben álló tengelyre ékelt karokkal (62. ábra).

A villa két szárát, ill. a két kart a hüvelynek laposra leoldozott részére húzzuk fel, így megakadályozzuk annak elfordulását. A hüvelyre két kinyúló ütközőt is ki szoktak alakítani, ennek támaszkodik neki a villa két vége.

Itt emlékezzünk meg a tengelykapcsoló házáról is, ez általában öntöttvasból, ill. acélból készül. Három fő típust különböztetünk meg. Kisebb méretek esetén tulajdonképpen nincs különálló tengelykapcsolóház, hanem azt egybeöntik a váltómű házával (63. ábra). Fedéllel lezárható nyílást hagynak a kapcsoló kezeléséhez. Az önálló tengelykapcsolóház lehet teljes harang (64. ábra) vagy félharang (65. ábra). Az utóbbi esetben sajtolt acéllemezzel pótolják a hiányzó részt.

A hidrodinamikus tengelykapcsoló konstrukciós kialakításakor legfőbb szempont a kívánt nyomatéki karakterisztika elérése. Már a hidraulikus tengelykapcsoló működésével kapcsolatban elmondottakból is következik, hogy az átvitt nyomaték elsősorban a fordulatszámoktól, ill. a fordulatszámok arányától függ. Konkrétabban fogalmazva: a szivattyúkerék fordulatszámától négyzetesen, a turbina- és a szivattyúkerék fordulatszámának hányadosától (azaz az i_H -tól) pedig a 66. ábra folytonos vonala szerint. Ez érthető, ha meggondoljuk, hogy a centrifugális erő négyzetesen nő, az impulzuserő nagyságát befolyásoló (időegység alatt áramló) tömeg pedig a c_m meridián (szállítási) sebességtől függ, aminek az alakulásáról már korábban szó volt.

Ez a tipikus karakterisztika nem mindig megfelelő. Elképzelhető ugyanis, hogy amikor a jármű áll, a motor alapjáratban jár, s a váltómű nincs „üresben”,

a tengelykapcsoló akkora nyomatékot visz át, hogy az a kocsit vonszolja (hiába kicsi az n_{sz}^2 , ha a λ_0 nagy, a kettő szorzata még mindig túl nagy lehet). Ezen csak úgy lehet segíteni, hogy a λ görbét az $i_H=0$ körzetében letörjük (szaggatott vonal). Ennek az a módja, hogy az áramlásban részt vevő (azaz „impulzust szállító”) folyadék mennyiségét ebben a tartományban csökkentjük.

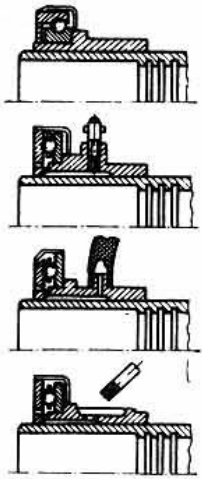
A 67. ábrán egy mellékkamrás megoldást láthatunk. A szerkezet alapvető jellemzője, hogy valamelyik lapátkerék (adott esetben a turbinakerék) mögött jelentős nagyságú szabad teret képezünk ki. A tengelykapcsolót ilyenkor nem szabad teljesen megtölteni folyadékkal. A tengelykapcsoló működése a következő. Álló turbinakerék esetén a turbinalapátok között, valamint a turbinakerék mögötti térben levő folyadék nem forog, csak a szivattyúkerékben levő mennyiség. A szivattyúlapátok közti tér azonban nincs teljesen kitöltve folyadékkal, mert a centrifugális erő kihajtja a folyadékot (bal oldali ábra).

Amikor a turbinakerék fokozatosan felgyorsul, akkor az egész folyadéktömeg forgásba jön, az is, ami eddig a turbinakerék mögött „árnyékban” volt. A forgás, ill. a centrifugális erő következtében a folyadék a külső átmérő felé húzódik, s így az eddig árnyékban levő folyadékmennyiség is a lapátkerékbe kényszerül. Ily módon egyre több folyadék vesz részt az erőátvitelben, s ennek megfelelően nő a nyomatékátviteli tényező értéke. Természetesen, amikor a turbinakerék már olyan gyorsan forog, hogy a cirkulációs kör teljesen megtelt folyadékkal (67. ábra jobb oldala), a λ görbe maximumát éri el, s ettől kezdve esik.

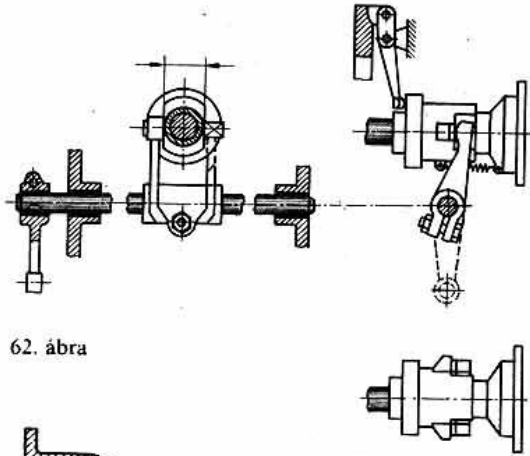
Hasonló eredményt érhetünk el akkor is, ha a cirkulációs körbe gátat vagy küszöböt helyezünk el, ami tulajdonképpen egyszerű tárcsa is lehet (68. ábra). Részleges feltöltés esetén az álló vagy lassan forgó turbinakerékben a folyadék egy része árnyékban van, s nem vesz részt az erőátadásban (kis λ érték). A turbinakerék felgyorsulásával az egész folyadékmennyiség aktivizálódik.

A küszöböt külön lemeztárcsa alkalmazása nélkül is kiképezhetjük, pl. a 69. ábra szerint.

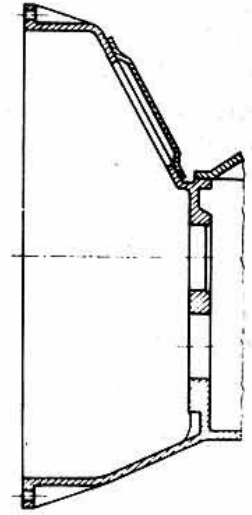
A vonszolónyomaték csökkentésének, ill. megszüntetésének másik módja a tolózár alkalmazása, amellyel akár teljesen megszüntethetjük a folyadékcirkulációt, azaz a nyomatékátvitelt (70. ábra). A tolózár azonban külön szabályozó, ill. vezérlő automatikát kíván. Legtöbbször mechanikus centrifugális regulátort alkalmaznak. Egyes esetekben a regulátort a turbinakerékre, más esetekben a szivattyúkerékre szerelik, mindkettőnek megvan a maga előnye és



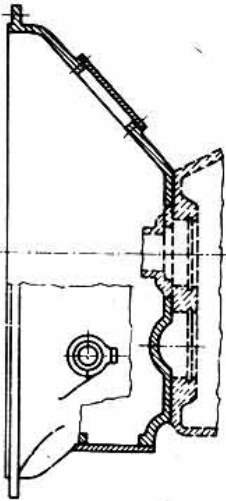
61. ábra



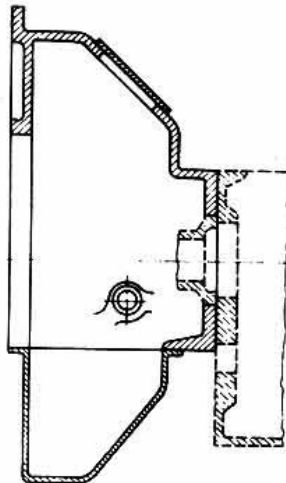
62. ábra



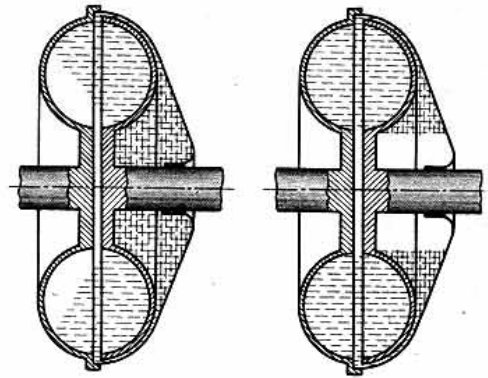
63. ábra



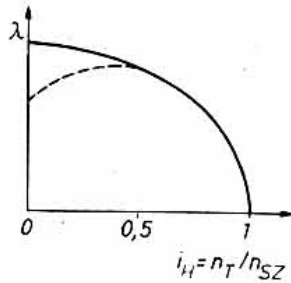
64. ábra



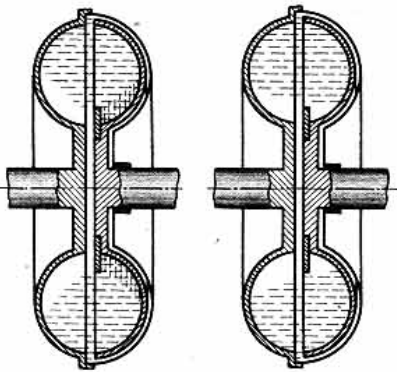
65. ábra



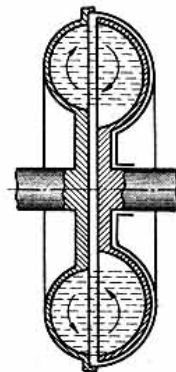
67. ábra



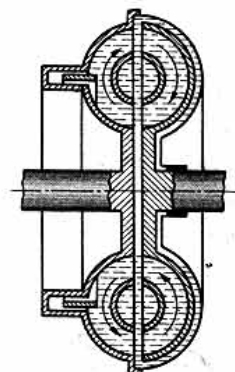
66. ábra



68. ábra

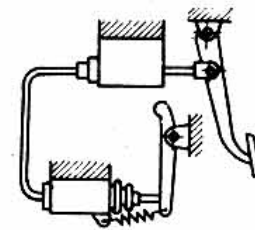


69. ábra



70. ábra

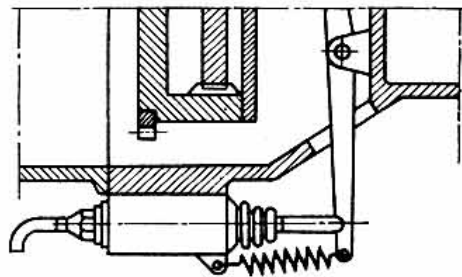
hátránya. A szivattyúra szerelt regulátor kedvezőbb pl. az induláskor, de hátrányosabb motorfékezés-kor. A hidraulikus tengelykapcsoló egyébként általában sem biztosít jó motorfékét, ezért néha rövidre záró szerkezetet, pl. szabadonfutót is alkalmaznak.



71. ábra

3. A tengelykapcsolók vezérlése

A tengelykapcsoló be-, ill. kikapcsolását általában a gépkocsivezető egy pedál segítségével végzi. A pedál rudak és karok közvetítésével mozgatja a kiemelővillát. Az utóbbi időben elterjedt a hidraulikus erőátvitel, ami a fékeknel megismert főfékhengerhez és munkadugattyúhoz hasonló szerkezetekből áll (71. ábra). Ezek általában utólag is adaptálhatók (72. ábra), de készülnek olyan tengelykapcsolók is, amelyeket eleve hidraulikus működtetésre építenek (73. ábra).

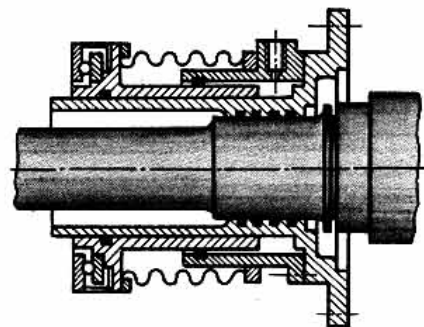


72. ábra

A vezető fizikai erejének kímélése végett gyakran alkalmaznak valamilyen kiegészítő berendezést. Régebben gyakori volt a rugós rásegítő, amire a 74. ábra mutat példát. Ha sűrített levegő áll rendelkezésre, akkor a 75. ábrán látható szervóberendezés is alkalmazható. Hidraulikus erőátvitelkor lényegében mindaz a szervószerkezet felhasználható, amit a hidraulikus fékekhez fejlesztettek ki.

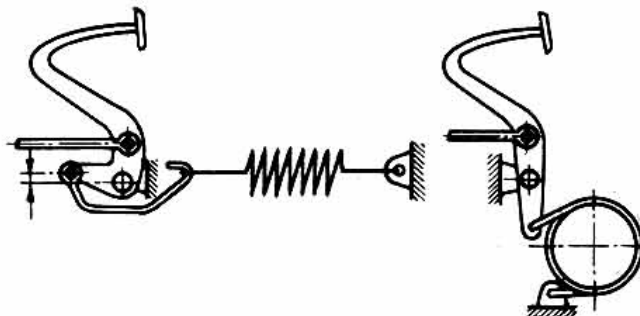
A tengelykapcsoló automatikus vezérlésére az ötvenes években kidolgozott számtalan megoldás közül csak néhányat mutatunk be, elsősorban azokat, amelyeket még ma is használnak.

A 76. ábrán látható kivitelben a tengelykapcsoló pedál megmaradt, de azt általában a „vákuumos” munkahenger működteti. A rajzon azt az esetet láthatjuk, amikor a gépkocsi áll, a motor jár. Az 1 szivócső összeköttetésben van a 2 munkahengerrel, a tengelykapcsoló kiemelt állapotban van.

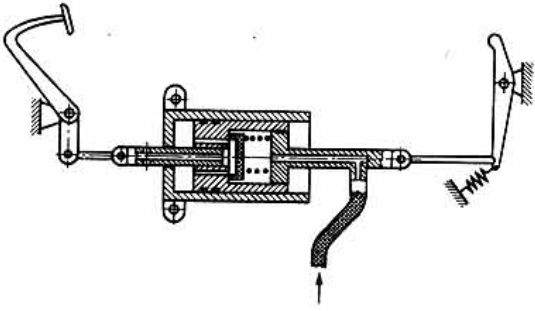


73. ábra

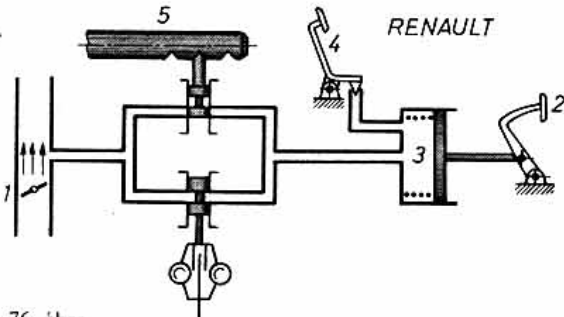
Indulás előtt az első sebességfokozatot kapcsoljuk az 5 tolórúddal. A tolórúd, miközben középhezletből valamelyik szélső helyzetbe elmozdul, rövid időre nyitja az alatta levő szelepet, de ez most semmit sem vált ki, mivel a másik ágban a 6 centrifugális regulátorszelep amúgy is nyitva van. Induláskor a gépkocsivezető rálép a gázpedálra, ezzel levegőt enged be a munkahengerbe, a tengelykapcsoló záródik. A zárás sebessége függ attól, milyen gyorsan, ill. mennyire nyomja be a gépkocsivezető a gázpedált, mert a gázpedálon levő szelep — alakjánál fogva — az elmozdulással arányosan bővíti a beömlő keresztmetszetet. Amikor a gépkocsi elindult, s a sebessége elért egy bizonyos értéket, a centrifu-



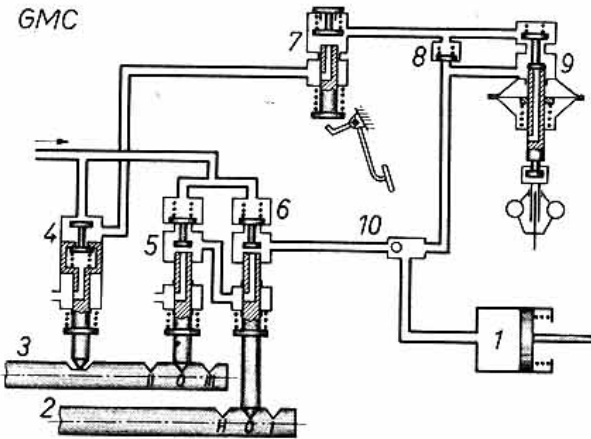
74. ábra



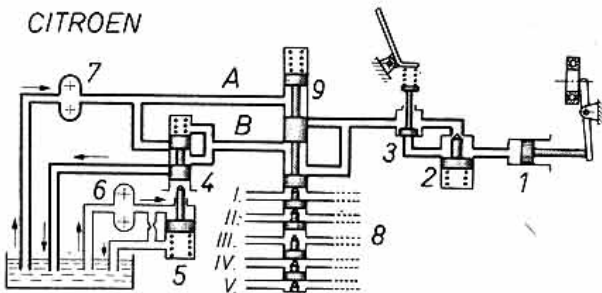
75. ábra



76. ábra



77. ábra



78. ábra

gális regulátorszelep zár. Ha ezután a gépkocsivezető visszaengedi a gázpedált, pl. motorfékezés céljából, a tengelykapcsoló nem old. Fokozatváltáskor az 5 tolórúd szelepe nyit arra az időre, amíg a tolórúd valamelyik rögzített helyzetéig nem ér, azaz amíg a fokozatváltás tart. Természetesen minden tolórúdhhoz külön szelep tartozik, s közülük akár melyik képes a tengelykapcsolót oldani.

A 77. ábrán a tengelykapcsoló 1 munkahengere sűrített levegővel működik. Üres állásban a levegő a 4 szelep felső részén, a 7 és 9 szelepen keresztül jut a munkahengerbe. A 10 szelep meggátolja, hogy a levegő a 6 és 5 szelepen át távozzék. Az I. sebességfokozat bekapcsolása még semmit sem változtat. A gázpedálra rálépve, kb. 500/perc motorfordulatszámánál a 9 regulátor működni kezd. A röpsúlyok először lehúzzák a szelepet, bezáródik a felső szelep, majd megnyílik az út a szabad levegő felé. A munkahengerben és a regulátor membránja feletti térben a nyomás csökkenni kezd. A nyomáscsökkenés következtében a regulátor rugója vissza tudja nyomni membránt, a további nyomáscsökkenés megszűnik. Természetesen, ha a motor fordulatszáma tovább nő, akkor nagyobb nyomáscsökkenés után áll be az egyensúly. Ez azt jelenti, hogy a tengelykapcsoló munkahengerében a motor fordulatszámával vezérelt nyomás van. Kb. percenkénti 900-as motorfordulatszámánál a nyomás teljesen megszűnik a munkahengerben, a tengelykapcsoló teljesen záródik. Megálláskor a folyamat fordítva játszódik le, tehát fékezéskor a tengelykapcsoló automatikusan old, nem engedi a motort lefulladni.

Fokozatváltáskor a 2 tolórúdat visszahúzzuk a 0 helyzetbe, miközben a 6 szelep rövid időre levegőt engedett a munkahengerbe, így a tengelykapcsoló oldott állapotba kerül arra az időre, amíg a tolókerék a váltóműben mozog. A 10 szelep most jobbra zár, s ezzel megakadályozza, hogy a levegő a 9 szelepen át eltávozzék. A 3 tolórúd mozgásával ismét levegőt engedünk egy kis időre a munkahengerbe az 5 és 6 szelepen keresztül, tehát a II. fokozat is oldott tengelykapcsoló mellett kapcsolható be. A II. fokozatról a III. fokozatba hasonlóan megy végbe az átkapcsolás. Megjegyzendő azonban, hogy a II. és III. fokozatban a 4 szelep elzárja a levegő útját a 7 és 9 szelep felé, ilyenkor tehát hiába csökken le a motor fordulatszáma 500 f/perc alá, a centrifugális kapcsoló levegő híján nem tudja oldani a tengelykapcsolót, a motor lefulladhat. E két fokozatban erősebb fékezés esetén a váltóművet üres állásba kell kapcsolni.

A rendszerben látható 7 szelep feladata, hogy az

I. sebességfokozatban (vagy a hátramenetben) lehetővé tegye, hogy szükség esetén (pl. nagy emelkedőn) kis sebességgel, azaz lassú motorfordulattal is lehessen haladni anélkül, hogy a tengelykapcsoló csúszna. Ha ugyanis a gázpedálra teljesen rálépünk, s azt ütközésig lenyomjuk, akkor a 7 szelep elzárja a levegő útját a 9 szelep felé, tehát a centrifugális regulátor ebben az esetben az I. fokozatban sem tudja oldani a tengelykapcsolót.

A 78. ábrán a tengelykapcsoló 1 munkahengerét olajnyomás működteti. Az olajat a 7 szivattyú szállítja. Az olaj vagy az *A*, vagy a *B* csatornán jut a 9 szelephez, onnan a 2 dugattyút lenyomva juthat az 1 munkahengerbe. Álló gépkocsin alapjáratban járó motorral következő a helyzet. A 6 mellékszivattyú kevés olajat szállít, az olaj a fojtófuraton keresztül visszafolyik a tartályba, tehát lényeges nyomást nem tud kifejteni az 5 dugattyú felső felületére. Az 5 dugattyú az alatta levő rugó következtében felső helyzete körül van, s ennek megfelelően a 4 szelep dugattyúit is felnyomva tartja. Ha a *B* csatornában nincs nyomás, akkor a 4 dugattyú a rajzon látható helyzetnél is följebb emelkedik, aminek következtében a 7 szivattyútól olaj áramlik a *B* csatornába. A beáramló olaj a 4 dugattyú felső felületét is nyomni kezdi, tehát bizonyos nyomás elérése után maga a 4 szelep fokozatosan elzárja az olaj beömlését a *B* csatornába, s egyensúly áll be. Az egyensúlyt a következő erők tartják: az 5 dugattyú rugója fölfelé, a 6 szivattyú olajnyomása az 5 dugattyúra lefelé, a *B* csatornában levő olaj nyomása a 4 dugattyúszelepre lefelé, a 4 szelep gyenge rugója szintén lefelé. Ez az egyensúly természetesen mindig megvan. Ha nő a motorfordulatszám, nő a 6 mellékszivattyú szállítása, nő az 5 dugattyúra felülről ható nyomás, akkor csökken a *B* csatornában levő folyadék nyomása, mert a 4 szelep a rajzolt egyensúlyi helyzethez képest kissé lefelé elmozdulva folyadékot enged ki a *B* csatornából vissza a tartályba. Végeredményben tehát az *A* csatornában mindig a 7 szivattyú teljes nyomása uralkodik, a *B* csatornában pedig a motorfordulatszámától függő nyomás. Kis motorfordulatszámhoz nagy nyomás, nagy motorfordulatszámhoz kis, ill. nulla nyomás tartozik. A munkahengerhez akár az *A*, akár a *B* csatornából csak a 9 szelepen juthat az olaj. A 9 szelepek két állása van. Amikor a 8 vezeték valamelyikében olajnyomás van, akkor a 9 dugattyú az ábra szerinti felső helyzetet foglalja el. Amikor egyik 8 vezetékben sincs nyomás, a dugattyú a rugó hatására lesüllyed.

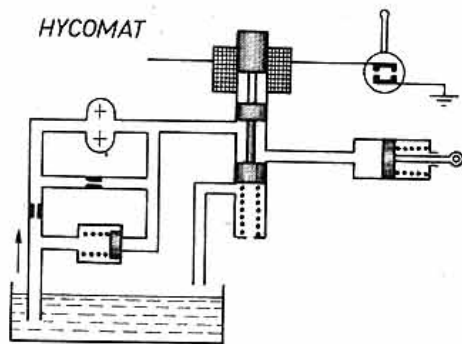
A 8 vezeték egyébként a váltómű kapcsolóvezetékei. A váltómű kapcsolószerkezete olyan, hogy olaj-

nyomás tartja bekapcsolva a kívánt fokozatot. Az ábrán a 8 vezeték közül éppen a III. van olajnyomás alatt, ennek következtében az alul levő két kis dugattyú lefelé, a felül levő másik két kis dugattyú és maga a 9 dugattyú is fölfelé van szorítva. Azért van szükség a négy kis dugattyúra, hogy a váltóműbe menő öt csatorna egymástól el legyen választva. Ugyanakkor biztosítani kell azt, hogy a 9 dugattyú felső helyzetbe legyen felnyomva, akármelyik csatornában van nyomás.

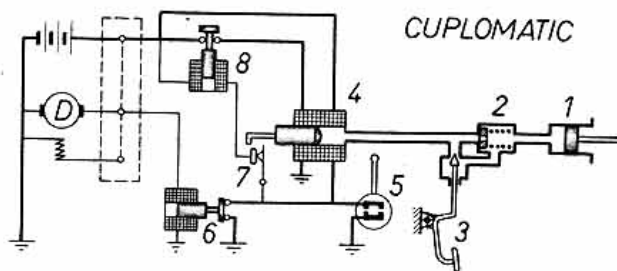
A tengelykapcsolót az automatika a következőképpen vezérli. Induláskor valamelyik fokozat (nyilván az I-es) be van kapcsolva, tehát a 9 dugattyú az *A* csatornát zárva tartja, a *B* csatornát nyitva. Amíg nem lépünk rá a gázpedálra, a motor üresen jár. Ez azt jelenti, hogy a *B* csatornában nagy nyomás van. Ez a nyomás a munkadugattyút kinyomva tartja, tehát a tengelykapcsoló oldott állapotban van. A gázpedált lenyomva a motor fordulatszáma nő, az olajnyomás csökken, a munkadugattyú fokozatosan fölengedi a tengelykapcsolót.

Fokozatváltáskor először megszűnik az olajnyomás a 8 vezetékben, ennek hatására a 9 dugattyú elmozdul lefelé, megnyitja az *A* csatornát, s a 7 szivattyú nagy nyomása azonnal oldja a tengelykapcsolót. A váltás második mozzanata az új sebességfokozat bekapcsolása, ami ismét nyomásnövekedéssel jár a 8 vezeték valamelyikében, tehát az *A* csatorna megint bezáródik. A munkadugattyúban levő olaj visszafolyása a 2 szelepen keresztül gyorsan megindul, de bizonyos nyomásesés után a 2 szelep zár. Ettől kezdve csak a 3 szelepen keresztül folyik vissza az olaj, lényegesen lassabban. Ez azt jelenti, hogy a tengelykapcsoló zárása a súrlódó felületek érintkezése után lelassul, ill. fokozatosan, simán fejeződik be. A lelassulás mértéke függ attól, hogy a gépkocsivezető siet-e, mert ha a gázpedált lenyomja, a 3 szelep rugója bizonyos mértékig tehermentesül, s a tengelykapcsoló zárása hamarabb megtörténik.

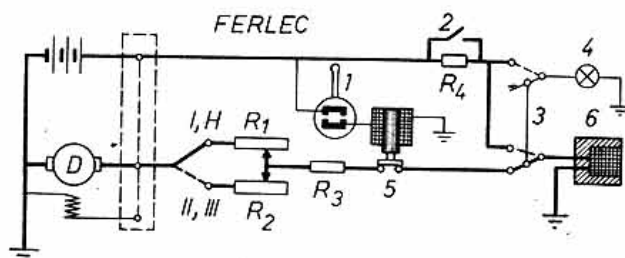
Ugyancsak hidraulikusan működik a 79. ábrán bemutatott egyszerű megoldás. A fogaskerék-szivattyú szállítása a fojtások miatt a motor fordulatszámával arányos. A motor alapjáratában nem tud olyan nyomást létesíteni, ami a munkadugattyút el tudná mozdítani. A munkadugattyú úgy van a tengelykapcsoló villájához kötve, hogy a rugója oldani tudja a tengelykapcsolót, tehát amíg nincs elegendő olajnyomás, a tengelykapcsoló oldott állapotban van. Induláskor a motor fordulatszámát megnöveljük, a nyomás képes fokozatosan összenyomni a tengelykapcsolót kiemelő rugót, a kocsit simán elindul. Sebességváltáskor az elektromágneses szelep



79. ábra



80. ábra



81. ábra

szünteti meg az olajnyomást a munkahengerben. A motor fékezéskor nem fulladhat le, mert bizonyos fordulatszám alatt a tengelykapcsoló mindig old.

A 80. ábrán a munkadugattyú olajnyomással működik, amelyet elektromágnes húzóerejével állítunk elő a kapcsolás idejére.

A tengelykapcsoló oldása úgy történik, hogy a 4 elektromágnesbe áramot vezetnek, a behúzott vas-mag dugattyúként nyomást fejt ki a folyadékra, amely a munkadugattyút elmozdítja. Az áram kikapcsolása után a dugattyú visszatér eredeti helyzetébe. A visszatérés sebessége attól függ, hogy le van-e nyomva a gázpedál, s ha igen, mennyire, (viszszakapcsolásban pl. nincs lenyomva, ezért ilyenkor a tengelykapcsoló lassabban zár, ami a szinkronizálás szempontjából kedvező).

Az elektromágnes bekapcsolását vagy a 6, vagy az 5 kapcsoló végzi. A 6 mágneses kapcsoló a dinamó áramával működik. Álló gépkocsin, ha a motor alapjáratban jár, a dinamó árama nem elegendő a vasmag behúzására, a 6 kapcsoló zárva van, a 4 tekercs behúzva tartja a vasmagot, ami a tengelykapcsoló oldott állapotának felel meg.

Induláskor a motor fordulatszáma növekszik, bizonyos értéknél a dinamó árama nyitja a 6 kapcsolót, s a tengelykapcsoló záródik.

Fokozatváltáskor a váltómű karjába épített 5 kontaktkapcsoló zárja a 4 tekercs áramkörét.

Mint látható, a 4 tekercs két részből áll. A kapcsolás kezdetekor a 7 kapcsolón és a 8 relén is megy keresztül áram, tehát a teljes 4 tekercs áram alatt van, ami a nagy húzóerőigény miatt szükséges. Amikor a dugattyú eljutott a jobb oldali szélső helyzetébe, a 7 kapcsolóval bontja a 8 relé áramkörét, így a 4 tekercsnek csak a kisebbik része marad áram alatt, de a dugattyú benntartásához ez is elég húzóerőt fejt ki.

Villamos működtetésű kapcsolók vezérlésekor, amelyek áram alatt vannak zárva, mind az indítási, mind a fokozatváltási feladatokat meg kell oldani. Ilyen szerkezet látható a 81. ábrán.

A dinamó végig öngerjesztéssel dolgozik, tehát a felfutási szakaszban a feszültséggörbe parabolikus. A nyomaték-növekedés jellegét az R_1 , ill. R_2 változtatható ellenállással befolyásoljuk. A szerkezet olyan, hogy első és hátrameneti fokozatban a nagyobb R_1 , II. és III. fokozatban a kisebb R_2 van bekapcsolva. Az ellenállások csúszókarja a gázpedállal mozog együtt. A gázpedál lenyomásával csökken az R_1 , ill. R_2 értéke, nő az áramerősség, azaz a tengelykapcsoló súrlódótárcsájára ható összeszorító erő.

Fokozatváltáskor mindig az 5 kapcsoló bontja az áramkört.

Üzemzavar esetén a 3 kapcsoló átkapcsolásával akkumulátorról lehet működtetni a tengelykapcsolót. Ilyenkor a 4 ellenőrző lámpa ég, hogy figyelmeztesse

a vezetőt. Ebben az esetben ugyanis a váltókar érintésére nem old a tengelykapcsoló, fokozatváltáskor a 3 kapcsolót kell középhelyzetbe állítani.

Indításkor bizonyos mértékű fokozatosságot jelent az R_4 ellenállás, ami csak a gázpedál nagyobb mérvű benyomására záródik rövidre a 2 kapcsoló segítségével.

A 82. ábrán az áram a 11 tekercsbe 0—19 km/h-ig közvetlenül a dinamóról megy az 5 és 9 kapcsolón keresztül. Mivel a gerjesztés R_1 ellenálláson keresztül megy, a feszültségnövekedés a normálnál lassabb, tehát a tengelykapcsoló zárása induláskor simán megy végbe. Kb. 19 km/h sebességnél az 1 kapcsoló oldja a 4 relé áramát. A 8 kapcsoló nyitása következtében a dinamó gerjesztése visszaáll a normálisra, a 10 kapcsoló zárása következtében a tengelykapcsoló tekercsének táplálása átkapcsolódik az akkumulátorra.

Fokozatváltáskor az 5 (19 km/h alatt), ill. a 7 (19 km/h felett) kapcsoló nyitása következtében old a tengelykapcsoló. Megjegyzendő, hogy 19 km/h alatt az 5 kapcsoló nyitására nem szűnik meg teljesen az áram, mivel egyidejűleg a 6 kapcsoló zár, és az R_2 ellenálláson keresztül minimális áram halad keresztül a 11 tekercsen. Ennek következtében a tengelykapcsolóban marad annyi sűrűlódás, ami bizonyos mértékű szinkronizálást el tud végezni.

A 83. ábrán az előzőhöz hasonló rendeltetésű és felépítésű megoldás látható.

A centrifugális kapcsoló itt is kb. 20 km/h-nál kapcsol. A rajzon kikapcsolt helyzet látható, ami 20 km/h-nál nagyobb sebességnek felel meg. Míg a centrifugális kapcsoló nem kapcsol ki, addig a dinamó vegyes (külső és ön-) gerjesztéssel dolgozott, ami indításhoz megfelelő lágy karakterisztikát nyújt.

A K_3 kapcsoló célja, hogy nagy motornyomaték esetén (benyomott gázpedálnál) megnövelje az áramot az R_2 rövidre zárásával.

Olyan tengelykapcsolók vezérlése egyszerűbb, amelyeket csak fokozatváltáskor kell ki-be kapcsolni, mert az indítási periódusuk önműködő. Ilyen pl. a centrifugális tengelykapcsoló, vagy a sorba kapcsolt hidrodinamikus és sűrűlódásos tengelykapcsolóból álló egység. Ezek automatikájára mutat példát a 84. ábra. A munkadugattyú „vákuummal” működik, de villamos vezérlésű.

Fokozatváltáskor a 2 váltókar megérintése váltja ki a tengelykapcsoló működését. A váltókarba épített kapcsoló ugyanis zárja a 3 mágneses szelep áramkörét, a vasmag áttolja a tányérszelepet bal oldali ülésére, s ezzel az 1 munkadugattyú, ami eddig a szabad levegővel volt összekötve, most a 7 szívócsővel kerül összeköttetésbe. A vákuum a munkadugattyút behúzza,

a tengelykapcsoló oldódik. A vákuum egyidejűleg a 4 segédugattyút is behúzza, ami kissé megnöveli a gázt, hogy a sűrűlódó felületek fordulatszámát közel legyen egymáshoz.

A fokozatváltás befejeztével a villamos áramkör megnyílik, a mágneses szelep a munkahengert ismét a szabad levegővel köti össze. A levegő azonban csak az 5 vékony furaton keresztül tud beáramlani, ezért a tengelykapcsoló zárása viszonylag lassan, fokozatosan megy végbe. Ha azonban a gépkocsivezető gyorsít, s a gázpedálra rálép, akkor a 7 szívócsőben csökken a depresszió, ami eddig lehúzva tartotta a 6 dugattyút. A 6 dugattyú fölemelkedve nyitja a fölötte levő szelepet, s így nagy keresztmetszeten tud a levegő a munkahengerbe beáramlani.

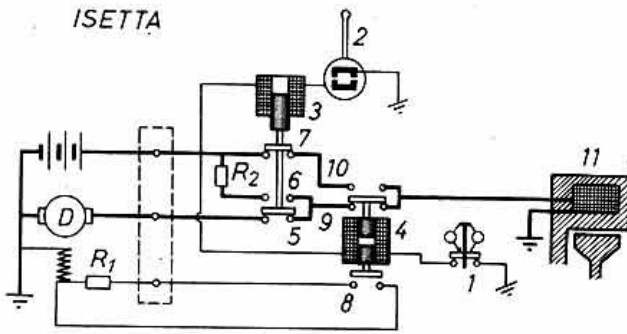
Az érdekesség miatt mutatunk be a 85. ábrán egy olyan szerkezetet, amelyik a legmesszebbmenőkig igyekszik helyettesíteni a gépkocsivezetőt, ennek megfelelően nagyon bonyolult is.

A munkadugattyú folyadéknyomásra működik, amit a szívócsőben levő depresszió felhasználásával létesítünk elektromos vezérlésre.

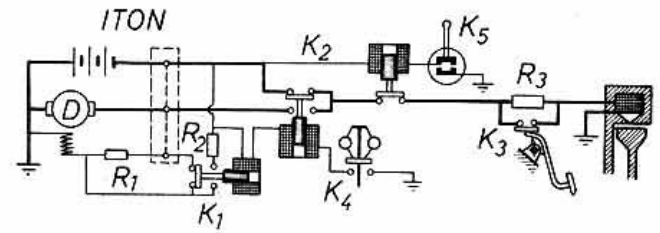
A tengelykapcsoló működéséhez a 13 szívócsövet a 6 szelepen keresztül a 3 dugattyúhoz kell kapcsolni, ennek hatására a 2 dugattyú folyadék közvetítésével nyomást fejt ki az 1 munkadugattyúra, s ez oldja a tengelykapcsolót.

A 6 szelep az 5 kapcsoló zárására emelkedik fel, ehhez elegendő a váltómű karjának a megérintése. A váltókar elengedése után a szelep lecsapódik, s a 3 henger a 4, 6 és 7 szelepen keresztül összeköttetésbe jut a szabad levegővel. A levegő tehát nemcsak a 14 szűk furaton juthat a 3 hengerbe. Ez a másik út azonban csak a 3 dugattyú visszahúzódásának első felében van nyitva, ami alatt maga a dugattyú tartja fölemelve a 4 szelepet (benyúló száránál fogva). A 3 dugattyú útjának utolsó szakaszát lelassítva teszi meg, ami a tengelykapcsoló zárását teszi simábbá. Ez a lelassulás azonban nem következik be, ha a 12 gázpedál be van nyomva, mert akkor a 15 szelep a 4 szelep zárása ellenére is tovább engedi be a levegőt. A gépkocsivezető egyébként nyugodtan lenyomva tarthatja a gázpedált a fokozatváltás közben is, mert a 10 dugattyú egy karos mechanizmus segítségével leveszi a gázt arra az időre, amíg a tengelykapcsoló oldva van.

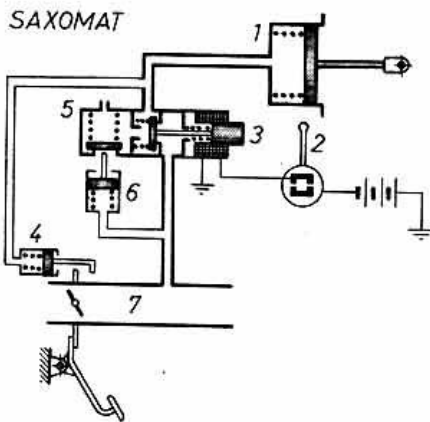
Az automatika további elemeit a tengelykapcsolótárcsák szinkronizálása végett építették be. Ide tartozik a 11 dugattyú, ami a karos mechanizmuson keresztül gázt tud adni a motornak, hogy annak fordulatszámát (kisebb sebességfokozatba való visszakapcsoláskor) utolérje a tengelykapcsoló sűrűlódótárcsáját. A 11 dugattyú hengerében akkor létesül depresszió, amikor



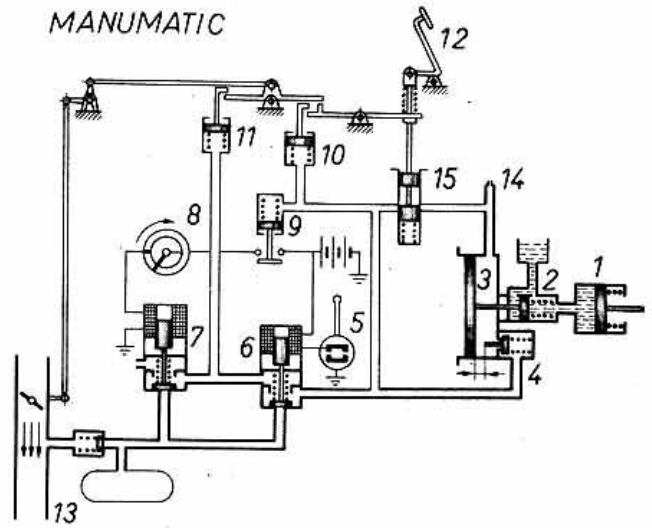
82. ábra



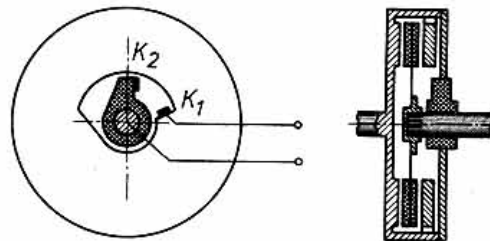
83. ábra



84. ábra



85. ábra



86. ábra

a szelep fölemelt helyzetben van. Ilyenkor hiába engedjük el az 5 váltókart, a 6 szelep lecsapódik ugyan, de a szívás nem szűnik meg a 3 hengerben. A 11 hengerben létesülő szívás azonban a dugattyút lehúzza, gázt ad a motornak. A tengelykapcsolóba beépített 8 szinkronkapcsoló (86. ábra) abban a pillanatban, amikor a lendítőkerék utolérte a súrlódótárcsát, és szinkronban forognak, kikapcsolja a 7 tekercs áramkörét, s ezzel megkezdődik a levegő beáramlása, ill. a tengelykapcsoló zárása. A beáramló levegő miatt természetesen a 11 dugattyú is emelkedni kezd, tehát csökken a motor töltése, s ezzel együtt annak fordulatszáma. A tengelykapcsoló szempontjából ez a kismértékű fordulatszám-

csökkenés nem jelentős, a 8 szinkronkapcsoló azonban annyira érzékeny rá, hogy újból bekapcsol. Ha tehát a 8 kapcsoló áramkörét nem bontanánk máshol is, akkor most újból felemelkednék a 7 szelep, ismét depresszió lenne a rendszerben, nőne a motorfordulatszám, és ismét kikapcsolna a 8 szinkronkapcsoló. Ezt a vég nélkül ismétlődő ki-be kapcsolást akadályozza meg a 9 kapcsoló, amely az első levegőbeeresztésre nyitja a 7 tekercs áramkörét. Ezután hiába kapcsol a 8 kapcsoló, az áram nem indul meg.

A 8 kapcsoló gyakorlatilag folyamatos szabályozást végez, tehát a szinkron forgás — bizonyos ingadozással — a fokozatváltás egész ideje alatt fennáll.

A 8 kapcsoló szerkezeti kialakításáról (86. ábra) annyit kell tudni, hogy a K_2 érintkezőt hordozó szigetelt alkatrész nincs a tengelyre mereven felerősítve, azon foroghat, de csak súrlódással. Ez azt jelenti, hogy — amennyiben a lendítőkerék és a tárcsa nem forog együtt — ez az alkatrész vagy a tengelyével éppen együtt forog, vagy már felütközött a K_1 érintkezőn, illetve a kivágás másik oldalán, attól függően, hogy melyik tengely forog gyorsabban.

B) A sebességváltó

Sebességváltóra főleg a belső égésű motor következő két előnytelen tulajdonsága miatt van szükség:

— üzemi fordulatszám-tartományuk meglehetősen szűk, a maximális fordulatszám kb. csak 2—5-szöröse a legkisebb üzemi fordulatszámnak,

— a nyomaték a fordulatszám függvényében alig változik.

Ha nem lenne mód a motor és a hajtott kerekek közötti áttétel változtatására, akkor a gépjármű üzemi sebessége is szűk határok közé szorulna. Ha pl. úgy választjuk meg az áttételt, hogy a motor legkisebb üzemi fordulatszámához kb. 5 km/h sebesség tartozik (a 0 és 5 km/h sebességkülönbséget a tengelykapcsoló csúsztatásával hidaljuk át), akkor a maximális sebesség legfeljebb négyszer-öttször annyi, vagyis kb. 20—25 km/h lehet. Ha viszont az áttételt kisebbre vesszük, hogy a gépkocsi maximális sebessége pl. 100 km/h legyen, akkor a motor alsó fordulatszámhatárához 20—25 km/h sebesség tartozik. A 0 és 25 km/h sebesség-intervallumot már nem lehet a tengelykapcsoló csúsztatásával üzemszerűen megoldani. Nyilvánvaló, hogy legalább kétféle áttételnek kell rendelkezésre állnia, amelyek közül hol az egyik, hol a másik lenne bekapcsolva a sebességtől függően. Valójában két sebességfokozat általában nem elég, különösen, ha a motor fordulatszám-tartománya kicsi. Figyelembe kell venni azt is, hogy az egyes fokozatokhoz tartozó sebesség-tartományoknak egymást át kell fedniük. Emiatt gépkocsikon általában 3—6 fokozatra van szükség.

Nem elég azonban a motornak csak a kinematikai tulajdonságait ellensúlyozni, dinamikai tulajdonságait is korrigálni kell. Ez azt jelenti, hogy a motor nyomatékát a lehetőségekhez képest növelni kell. Tekintettel arra, hogy a motorból kijövő teljesítmény növelésére nincs mód, a nyomatékot csak a fordulatszám rovására lehet növelni. Ennek a lehetőségnek a kihasználása mechanikus áttételeknél automatikusan adódik.

A sebességváltónak tehát a következő két feladatot kell ellátnia:

— áthidalni a motor szűk üzemi fordulatszám-tartománya és a gépjármű tág üzemi sebességtartománya közötti eltérést,

— megnövelni a motor nyomatékát a rendelkezésre álló teljesítmény és a megkívánt fordulatszám adta lehetőségeken belül.

Valójában a sebességváltó elnevezés helytelen, mert itt nem közvetlenül sebességváltoztatásról van szó, hanem az áttétel változtatásáról, éspedig a kinematikai áttétel és egyidejűleg a nyomatékáttétel változtatásáról. (A csak kinematikai áttétel változtatására a tengelykapcsoló is képes: csúsztatással.)

A sebességváltók nagy fejlődésen mentek át. Az első váltóművekben két, egymással párhuzamos tengelyen ültek a különböző átmérőjű fogaskerekek. A váltás úgy történt, hogy hol az egyik, hol a másik fogaskerékpáron ment át a hajtás az egyik tengelyről a másikra. Később még egy, ún. előtéttengelyt építettek be: a hajtás a bemenő tengelyről az előtéttengelyen keresztül a bemenő tengellyel egy egyenesben levő kimenő tengelyre jutott, így lehetőség volt a fogaskerekek kiiktatásával a közvetlen (direkt) kapcsolat létrehozására is a bemenő és a kimenő tengely között. A fokozat változtatása kezdetben a bordás tengelyre szerelt fogaskerekek tologatásával történt, később külön körmöskapcsolókkal oldották meg a fogaskerekek a tengelyhez való rögzítését. Ekkor már nem bordás, hanem sima tengelyre szerelték a fogaskerekeket, amelyek állandóan kapcsolatban voltak párjukkal. A fejlődés során a körmöskapcsolónak azt a hátrányos tulajdonságát küszöbölték ki, hogy különböző fordulatszámú alkatrészeket nehezen lehetett vele összekapcsolni. Ma már szinte minden körmöskapcsoló el van látva valamilyen szinkronizáló berendezéssel.

Már a fejlődés korai szakaszában megjelentek az ún. bolygóműves váltók is, valamint a hidrodinamikus nyomatékú váltók. E két utóbbit igen gyakran kombinálva építik be. Időnként kísérleteztek még hidrosztatikus erőátvitel alkalmazásával, valamint különböző mechanikus fokozatmentes váltóművek kialakításával.

A sebességfokozat váltása még a tengelykapcsoló működtetésénél is jobban igénybe veszi a gépkocsivezetőt. Mivel azonban a fokozatváltás a tengelykapcsoló működtetésénél bonyolultabb folyamat, komolyabb mértékben csak az utolsó évtizedekben kezdtek foglalkozni a fokozatváltás automatizálásával, illetve automatikus váltóművek kialakításával.

A váltóműveket többféleképpen lehet osztályozni. Ha azt vesszük figyelembe, hogy a nyomatékátvitel,