

## IV. AZ ERŐÁTVITEL

A motor által szolgáltatott erőt (nyomatékot) el kell juttatni a hajtott kerekekig, sőt közben át is kell alakítani. Az átalakítás vonatkozhat a nyomaték növelésére (fordulatszám-csökkentésére), vagy a forgásirány megváltoztatására. A motor viszonylag mereven van a kocistesthez erősítve, a hajtott kerekek pedig üzemszerűen nagymértékben elmozdulnak a kocistesthez képest (rugózás!). A motor nyomatékára nincs mindig szükség, sőt néha kimondottan nem lehet közvetlen összeköttetés a motor és a hajtott kerekek között (pl. a motor beindításakor). Látható, hogy az erőátvitelnek sokféle feladatot kell ellátnia, ezért az mindig több szerkezetből áll.

Az 1. ábra mutatja a legáltalánosabb erőátviteli rendszer felépítését. A motor nyomatékát a  $T$  tengelykapcsoló továbbítja a  $V$  váltóműbe, majd kardántengely segítségével eljut a  $H$  haránthajtóműbe, ahol iránytörést szenved. A haránthajtómű általában rá van építve a  $D$  differenciálműre, amelyik a nyomatékot kétfelé osztja. A két féltengely közvetítésével jut a nyomaték a hajtott kerekekig. A hajtott kerék az erőátvitel utolsó láncszeme, az erő ezután átlép az úttestre.

Személyautókon gyakran előfordul, hogy nemcsak a sebességváltót, hanem a differenciálművet is mereven kapcsolják a kocistesthez, ilyenkor a féltengelyeket kell kardántengelynek kiképezni. Ez főleg akkor fordul elő, ha a motort, a váltóművet és a differenciálművet egy blokkba építik (ormotor és elsőkerék-hajtás vagy farmotor és hátsókerék-hajtás). Ha a motort keresztbe állítjuk, akkor a haránthajtómű természetesen elmarad, de akkor is kell egy hajtómű, amely a differenciálművet hajtja (2. ábrán a  $DH$ ).

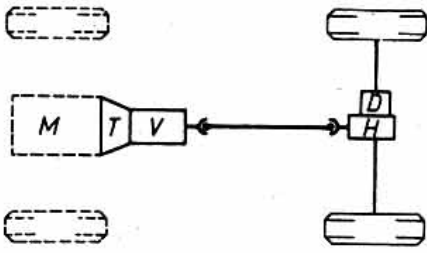
A haszonjárművek gyakran háromtengelyesek, ilyenkor mindkét hátsó tengelyt hajtani kell. A 3. és 4. ábra két megoldást mutat. Az egyikben a középső tengely haránthajtóművén keresztül megy a hajtás a mögötte levő haránthajtóműhöz, a másikban egy előre beépített  $O$  osztómű eleve kétfelé osztja a hajtást. (Osztóműként sokszor differenciálművet használnak.)

Néha célszerű az utolsó nyomatéknövelést egészen a kerékig kitolni: a külső hajtómű ( $K$ ) alkalmazása lehetővé teszi, hogy az erőátvitel igénybevételét csökkentsük.

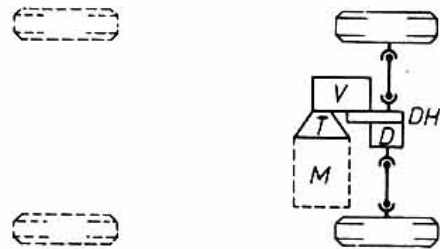
Különleges terepjáró gépkocsikon (amelyek lehetnek két- vagy háromtengelyesek is) a mellső kerekeket is hajtani kell.

A megoldást szintén az osztómű vagy egy újabb differenciálmű adja (5. ábra).

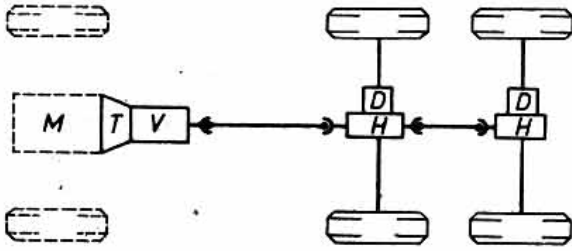
Természetesen az erőátviteli rendszerek ismertetésében teljességre törekedni nem lehet. Minél különlegesebb gépkocsiról van szó, annál különlegesebb lehet az erőátvitel felépítése is. A 6. ábrán látható összerék-



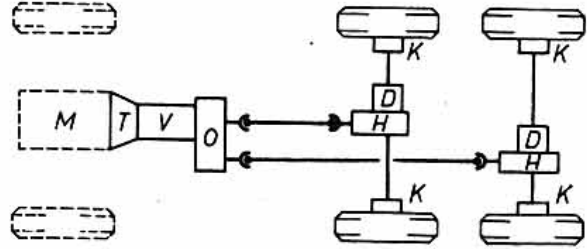
1. ábra



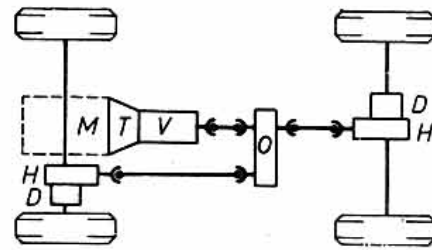
2. ábra



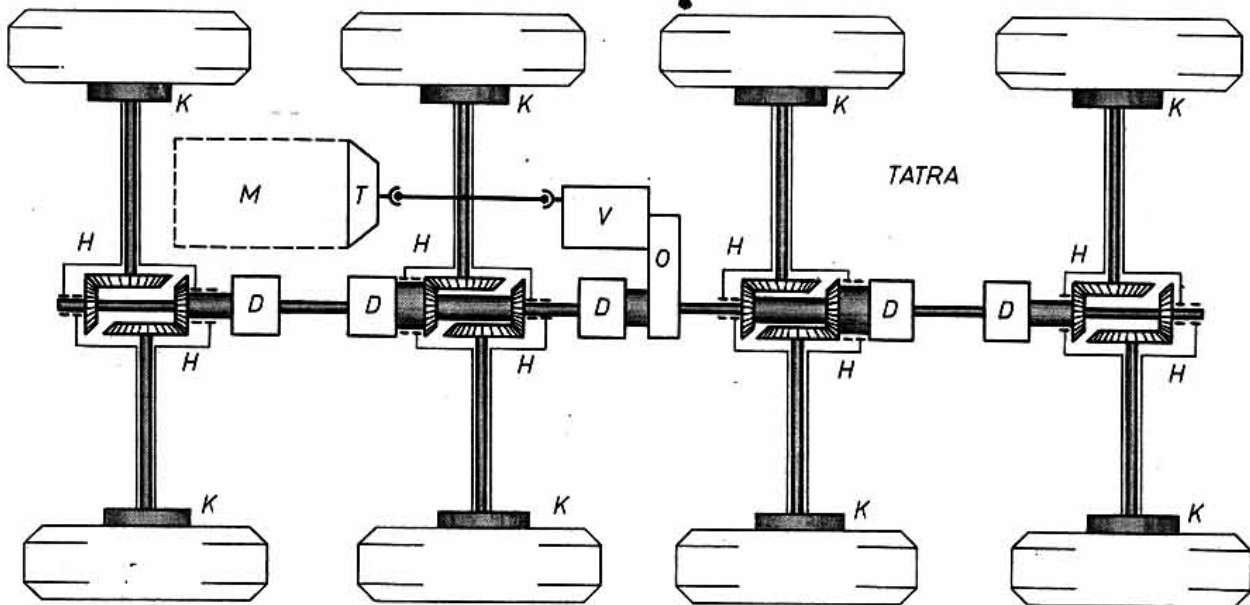
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

hajtású terepjáró gépkocsiba például a váltóművön és az osztóművön kívül öt differenciálművet, nyolc hátránthajtóművet és ugyanannyi külső hajtóművet építettek be. Van olyan típus, amelyekben a két mellső híd és a két hátsó híd között is differenciálművet alkalmaztak (összesen tehát hetet). Az eddig elmondottakat is számtalan módon lehet tovább variálni, de az egész rendszert alapvetően befolyásolja az is, hogy azt milyen elemekből építjük fel. Az eddigi vázlatok főleg tisztán mechanikus szerkezetekre vonatkoztak. Hidromechanikus sebességváltómű esetén pl. már elmarad a főtengelykapcsoló, hidrosztatikus hajtáshoz esetleg egyetlen tengelyre sincs szükség stb.

Vegyük sorra az erőátvitel egyes szerkezeteit.

## A) A tengelykapcsoló

### 1. A tengelykapcsolók elvi felépítése

A tengelykapcsoló, pontosabban a főtengelykapcsoló feladata bizonyos függetlenség biztosítása a motor és a hajtómű többi része között. A függetlenítés mértéke és szükségessége egyrészt a motor, másrészt a hajtómű tulajdonságaitól függ, ezért gépkocsikban többféle tengelykapcsolót alkalmaznak, sőt előfordul olyan gépkocsi is, amelyből a főtengelykapcsoló hiányzik.

A tengelykapcsolónak legnagyobb szerepe dugattyús belső égésű motor és tolokerekes váltómű esetén van.

Induláskor, az első sebességfokozat bekapcsolása után a tengelykapcsoló csúsztatása mellett történik az erőátadás mindaddig, amíg a váltómű bemenő tengelyének fordulatszáma el nem éri a motor tengelyének fordulatszámát. Minden sebességfokozat váltásához a tengelykapcsolót oldani kell, majd a váltás végrehajtása után ismét csúsztatással kell a két tengely fordulatszámában általában meglevő különbséget áthidalni. A csúsztatás ideje fokozatváltáskor természetesen lényegesen rövidebb, mint indításkor, különösen amikor alacsonyabb fokozatról kapcsolunk magasabb fokozatba. A tengelykapcsolót oldani kell teljes fékezéskor is, nehogy a motor megálljon. A tengelykapcsoló biztonsági szerepet is betölt; mert túl nagy nyomaték fellépésekor egyszerűen megcsúszik, s így a szerkezeteket megóvjá a rongálódástól (dugattyúbeszorulás, fogaskeréktörés stb.). Végül szükség esetén állandó csúsztatással lehetőséget ad egészen kis sebességgel való haladásra is.

Hidrodinamikus váltómű esetén a főtengelykapcsoló szerepe csökken, sőt gyakran teljesen megszűnik, illetve átveszi ezt a hidrodinamikus nyomatékváltó és a bolygóművekhez tartozó fékek.

A tengelykapcsoló fejlődése a kúpos tengelykapcsolótól indult el. A súrlódó felületeket bőrrel, később azbeszt alapú betéttel vonták be. A kapcsolótárcsa túlságosan nagy inerciája miatt később soklamellás olajos kapcsolókat kezdtek gyártani. Különösen télen jelentkezett e típusok legnagyobb hibája, a nem tiszta oldás. A sűrű olaj miatt a lemezek állandóan súrlódtak. Ezért áttértek a száraz soklamellás kapcsolóra, amelyet szintén súrlódó betéttel láttak el. Ez megint csak a forgó tömegeket növelte meg, azonkívül megoldhatatlan volt a lamellák hűtése. Ezután tértek rá a legegyszerűbb megoldásra, az egytárcsás száraz tengelykapcsolóra, amelyet ma is széles körben alkalmaznak.

Viszonylag korán, már a század elején megjelentek az ún. hidrodinamikus tengelykapcsolók, de ezek igazán elterjedni nem tudtak.

A súrlódásos tengelykapcsolók legnagyobb hibája, hogy a kapcsolást a gépkocsivezetőnek kell végeznie. Ez pedig jelentős hátrány, ha meggondoljuk, hogy városi forgalomban általában percenként, nagy forgalmú városban félpercenként (!) válik szükségessé a tengelykapcsoló használata.

Már a húszas években próbálkoztak a kapcsolók működtetésének megkönnyítésével, elsősorban szervóberendezések kidolgozásával. Ez még nem jejtette a kapcsolás automatizálását, mert a vezetőnek végeredményben ugyanazokat a mozdulatokat kellett végeznie, mint korábban, csak kisebb erőfeszítéssel.

A második világháború előtt Amerikában már széles körben alkalmaztak automatikát, amely a gépkocsivezető valamilyen más irányú, egyébként is szükséges tevékenységétől (gázpedál-visszaengedéstől, a váltókar megérintésétől) függően működtette a tengelykapcsolót. A háború után ezeket az automatikusan működő tengelykapcsolókat Amerikában szinte teljesen kiszorították az automatikus (hidromechanikus) váltóművek, viszont rohamosan kezdtek terjedni Európában. Egy évtizeddel ezelőtt az európai gépkocsiknak mintegy 30%-a automatikus tengelykapcsolóval volt ellátva, igaz, nagy részüket a vevő külön kívánására szerelték be. Az utóbbi időben Európában is „kiment a divatból” az automatikus tengelykapcsoló, helyesebben, itt is kiszorították őket az automatikus váltóművek.

A tengelykapcsolókat többféle szempont szerint lehet osztályozni. Az erőátvitelnél alkalmazott elv alapján beszélhetünk:

1. mechanikus (súrlódásos) és
2. hidraulikus tengelykapcsolókról.

A mechanikus tengelykapcsolóknál további osztályozási lehetőségek:

— a súrlódó felület alakja szerint (7. ábra):

- a) dobfelület,
- b) kúpfelület,
- c) tárcsafelület;

— a súrlódó felület száma szerint (8. ábra):

- a) egytárcsás,
- b) kéttárcsás,
- c) többtárcsás vagy soktárcsás, ill. lamellás;

— a súrlódó felület fajtája szerint:

- a) fém-fém, olajban,
- b) súrlódó betét-fém,
- c) fém-vaspor-fém,

— az összeszorító erő szerint:

- a) rugóerő,
- b) centrifugális erő,
- c) elektromágneses erő;

— a működtetés módja szerint:

- a) mechanikus,
- b) hidraulikus,
- c) elektromos;

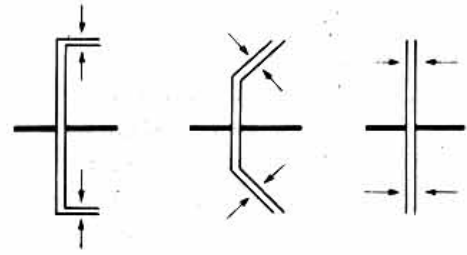
— a vezérlés módja szerint:

- a) pedállal, emberi erővel,
- b) rásegítéssel (szervóval),
- c) automatikusan.

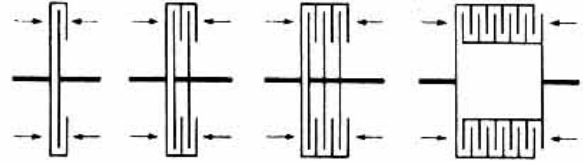
A gyakorlatban sokszor a fenti csoportosítások különböző kombinációját is megtalálhatjuk.

A súrlódásos tengelykapcsolók legrégebbi típusa a kúpos tengelykapcsoló (9. ábra). A súrlódó felületeket központi rugó nyomja össze golyóscsapágyon keresztül. A tengelykapcsoló oldása kétkarú emelővel történik. A külső palástra súrlódó betét van erősítve. Az átvihető nyomatékot a következő tényezők korlátozzák:

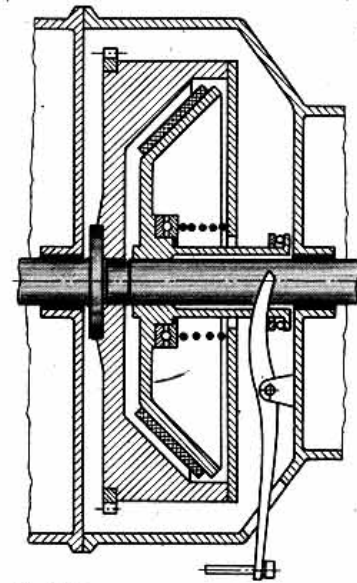
- a) a kiemeléshez szükséges pedálerő nem lehet több 15 kp-nál, a pedálút 100—150 mm-nél;
  - b) a felületeket annyira el kell távolítani egymástól, hogy ne érintkezhessenek egymással;
  - c) a kúp ne legyen önzáró;
  - d) az átmérő ne legyen nagyobb a lendítőkeréknél.
- A 10. ábrán egytárcsás száraz tengelykapcsoló lát-



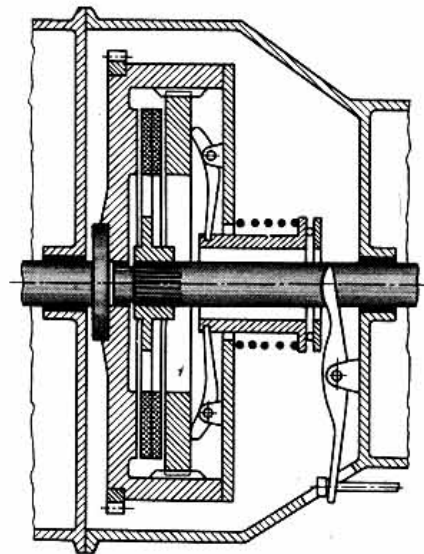
7. ábra



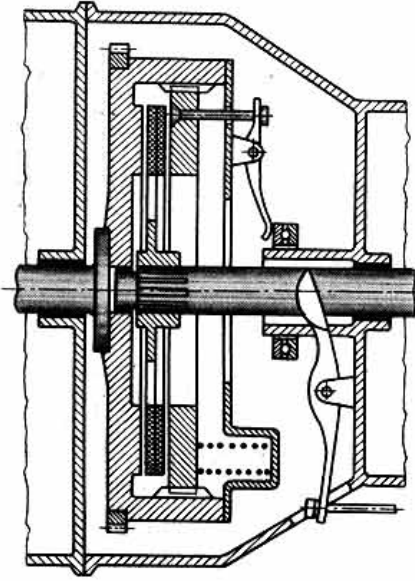
8. ábra



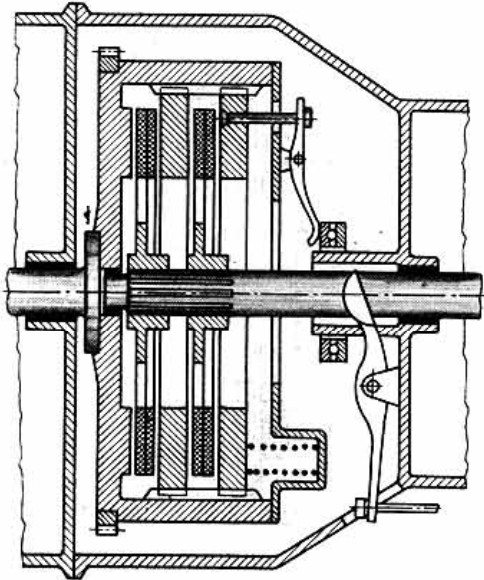
9. ábra



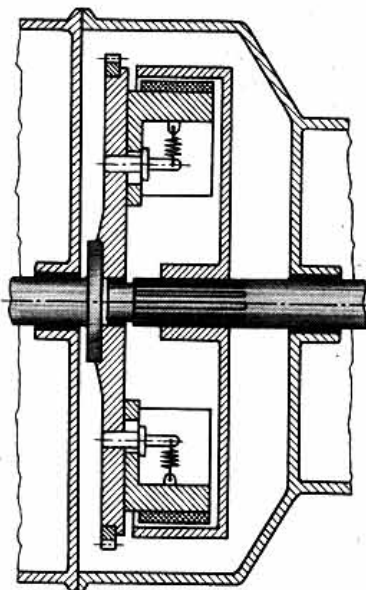
10. ábra



11. ábra



12. ábra



13. ábra

ható. Itt a központi rugó kétkarú emelők (általában 3 darab) segítségével nyomja össze a felületeket. Az átvihető nyomaték kiszámításakor nem vehetünk figyelembe kúphatást, viszont két felületen ébred súrlódónyomaték.

A központi rugó helyett gyakrabban használnak több kis rugót, a kerület mentén egyenletesen elosztva (11. ábra).

A rugók közvetlenül a nyomólapot nyomják, s a tengelykapcsoló-fedélre támaszkodnak. Oldáskor a nyomólapot a rugók ellenében húzzuk vissza.

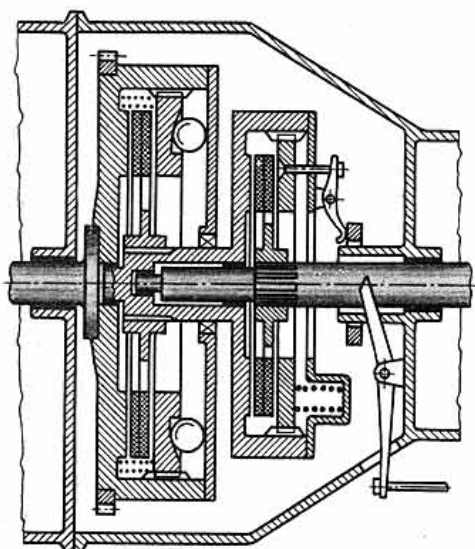
Nagy nyomaték átvitele esetén a súrlódó felületek számát növeljük. Két tárcsa beépítésével az átvihető nyomatékot megkétszerezük (12. ábra).

A súrlódó felületeket rugó helyett a forgásnál fellépő centrifugális erővel is összeszoríthatjuk. A 13. ábrán dobfékhez hasonló centrifugális tengelykapcsoló látható. A két pofa a centrifugális erő hatására — két gyenge rugó ellenére — a tengelytől távolodva neki feszült a másik tengelyen levő dob belső felületének. Az átvihető nyomaték a fordulatszám négyzetétől függ. A centrifugális tengelykapcsolónak ez a legegyszerűbb fajtája önmagában nem alkalmazható gépjárműben, mert a fokozatváltás idejére nem kapcsolható ki. Fokozatváltó nélküli járműben (pl. kisebb Go-kartban) előnyösen használható, de nagyobb járműben is alkalmazzák hagyományos tengelykapcsolóval egybeépítve. A pofákat visszahúzó rugót úgy kell beszabályozni, hogy alapjárat fordulatánál a tengelykapcsoló még nyitva legyen.

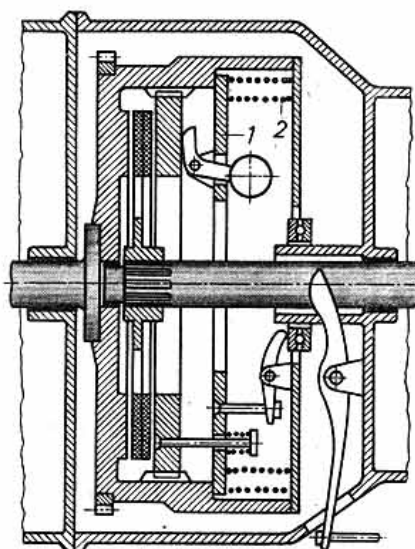
A 14. ábra szintén centrifugális kapcsolót ábrázol. A rajzon már a segéd-tengelykapcsoló is látható, amit fokozatváltáskor működtetünk. *(Miért kisebb ez, mint a másik?)*

A két tengelykapcsoló alkalmazását elkerülhetjük, ha a centrifugális kapcsolót kissé átalakítjuk. Az átalakítás célja az, hogy a centrifugális erőt, illetve annak a nyomótárcsára jutó részét maximáljuk. A 15. ábra szerint például a röpsúlyra ható centrifugális erő nem közvetlenül az 1 nyomótárcsára hat, hanem a 3 rugókra. A fordulatszám növekedésével a rugók támasztékául szolgáló 2 lap balra elmozdul. A súrlódó felületeket összeszorító erő tehát tulajdonképpen nem a centrifugális erő, hanem a rugóerő. Bizonyos fordulatszám felett a  $h$  hézag eltűnik, s ezzel befejeződik a 3 rugók összenyomása. Bármekkora is ezután a centrifugális erő, az 1 nyomótárcsa — a 3 rugók ellenében — a szokásos módon könnyen kiemelhető.

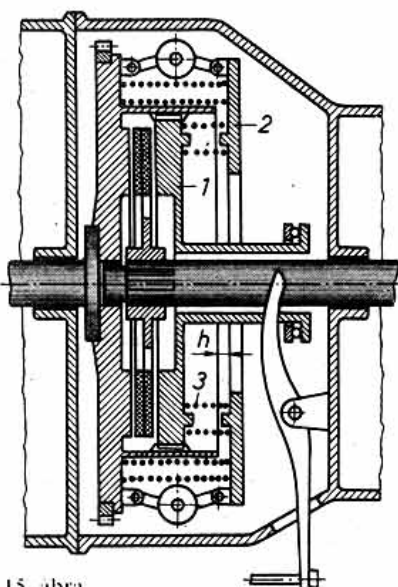
A 16. ábrán látható centrifugális kapcsolóban szintén rugókat nyom össze a kilendülő röpsúly. A röpsúly a  $h$  út megtétele után itt is felütközik, az összeszorító erő tehát behatárolt, a kiemelés bármilyen fordulat



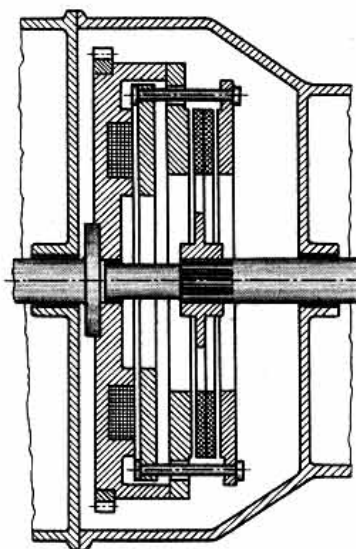
14. ábra



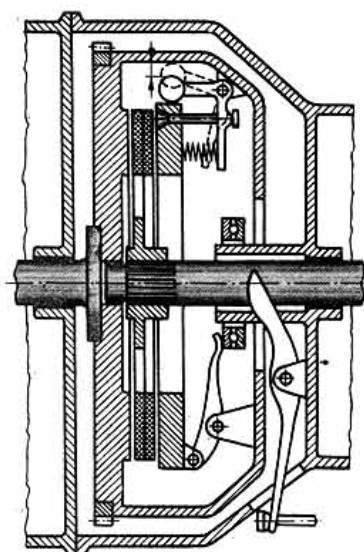
17. ábra



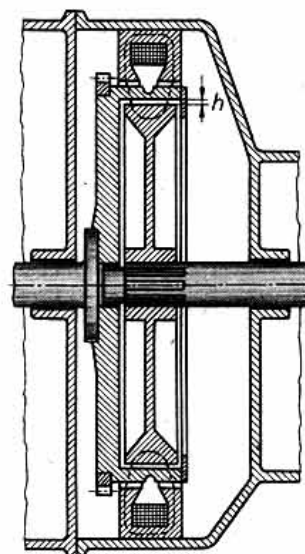
15. ábra



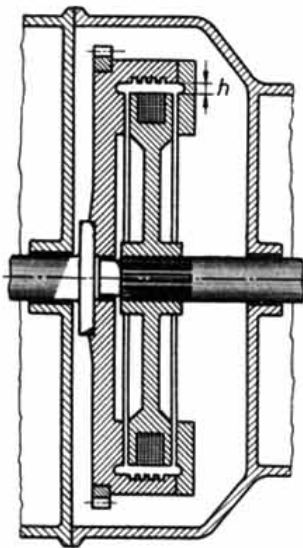
18. ábra



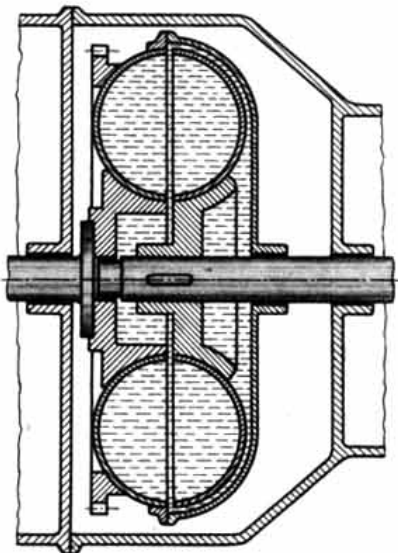
16. ábra



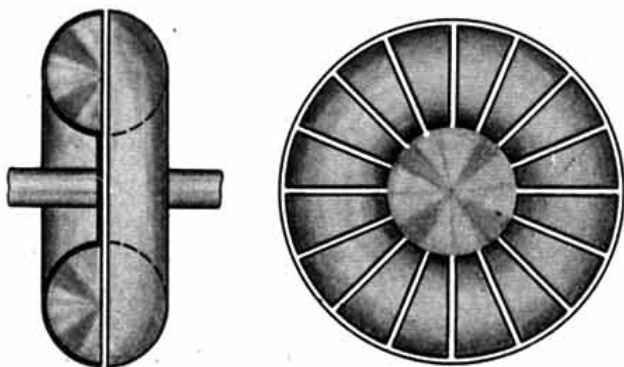
19. ábra



20. ábra



21. ábra



22. ábra

latszámánál a hagyományos módon végrehajtható. Egyébként érdekesen van megoldva a nyomólap viszhúzása alapjárat fordulatszámánál. A röpsúly alsó karja és a nyomótárcsa között nemcsak rugó található, hanem a rugó fölött egy szeg is látható, amely a röpsúly karján levő furaton van átdugva. Mivel a szeg a röpsúly forgásközéppontjához közelebb van, mint a rugó, ezért a rugóút hosszabb, mint a szeg fejének az elmozdulása (a szeg a nyomótárcsába van beerősítve). Jegyezzük meg, hogy a szeg van közelebb a röpsúly forgásközéppontjához, s a rugó távolabb. Emiatt a rugó a röpsúlyt és a nyomótárcsát mindig a rajzon látható alaphelyzetbe hozza vissza, ha megszűnik a centrifugális erő (Szerkessze meg!)

A 17. ábrán látható megoldásban a centrifugális erő reakcióját vesszük fel a 2 rugókkal. Bizonyos fordulatszám fölött az 1 tárcsa elmozdul jobbra, majd a röpsúly felütközik az 1 tárcsa nyílásának felső szélére. Ezután hiába nő tovább a fordulatszám, a centrifugális erő növekedése hatástalan marad. A súrlódó felületeket összeszorító erő nagysága tulajdonképpen a 2 rugók erejének felel meg.

A nyomórugókat elvileg helyettesíthetjük elektromágnessel is (18. ábra), aminek a vezérlése nagyon egyszerű. Bár ennek viszonylag kicsi az áramfogyasztása, mégis kedvezőbb adottságai vannak az elektromágneses tengelykapcsolónak, ha a hagyományos súrlódó felület helyett ún. vasporos hézagot alkalmazunk. A vaspor rendes körülmények között csak igen kis mértékben akadályozza a két felület egymáshoz viszonyított elmozdulását. Ha azonban a vasport erős mágneses térbe helyezzük, az szilárdan összeáll, s a két felület relatív mozgását jelentős mértékben gátolja, ill. megakadályozza. A vasporos tengelykapcsoló két fő típusát a 19. és 20. ábrán mutatjuk be. Az egyik álló, a másikon forgó elektromágnessel láthatunk. A  $h$  hézagot töltjük ki vasporral. Az áramhozzávetés a forgó tekercsbe csúszógyűrűvel történik. Áramfogyasztás kb. 50 watt. A vaspor tulajdonképpen 0,5–12 mikrométeres vaskarbon szemcse, grafitpor és valamilyen száraz dörzsanyag (pl. üvegpör) keveréke. A vaspor mennyisége 250–400 gramm (kb. 60–100 cm<sup>3</sup>). A hézag 1–1,5 mm szokott lenni.

A mechanikus tengelykapcsolónak a következő követelményeket kell kielégítenie:

- sima bekapcsolás (rángatás és rezgések nélkül);
- tökéletes és gyors kikapcsolás;
- zárt állapotban rendes körülmények között ne legyen csúszás;
- az előírt nyomaték túllépése esetén csússzon meg;
- a kapcsolás ne legyen fárasztó;

— dinamikus erőhatásokat és lengéseket ne vi-  
gyen át;

— a váltómű tengelyével együtt forgó alkatrészek-  
nek minimális legyen az inerciájuk;

— az összeszorító erő a kopástól független legyen;

— tengelyirányú erő a csapágyakat csak kikapcsolt  
helyzetben terhelje.

Természetesen ezeken kívül a tengelykapcsolónak is  
meg kell felelnie azoknak az általános követelmények-  
nek, amelyeket a gépjármű minden szerkezeti egysége  
elé állítunk:

— üzembiztos működés;

— egyszerű és jól gyártható szerkezet;

— kis karbantartási igény (könnyű és tartós be-  
szabályozhatóság, kenésigénytelenség, az alkatrészek  
könnyű cserélhetősége stb.).

Átérve a hidrodinamikus tengelykapcsolóra, annak  
felépítését a 21. ábra mutatja. A 22. ábrán külön be-  
mutatjuk a munkakereket. A bal oldalon a szivattyú-  
kerék metszetben látható, mellette a turbinakerék ol-  
dalnézetben. Jobb oldalon csak a turbinakerék látha-  
tó. Itt jól kivehetők a lapátok alkotta cellák.

A tengelykapcsoló a következőképpen működik. A  
23. ábrán egyetlen cellát rajzoltunk fel oldal- és felül-  
nézetben. A cellát nagyon laposnak vettük, azaz a cel-  
la két oldalfalát (a két lapátot) nagyon közel rajzoltuk  
egymáshoz. A cellában három pontot tüntettünk fel,  
mindegyiket a gyűrűfal mentén. Vizsgáljuk meg, mi-  
lyen sebességük van azoknak a folyadék részecskének,  
amelyek éppen ezekben a pontokban találhatók. Mind-  
háromról tudjuk, hogy a lapátokkal kénytelenek együtt  
forogni, tehát van tangenciális sebességük, amely ter-  
mészetesen megegyezik a szivattyúkeréknek az adott  
ponthoz tartozó kerületi sebességével.

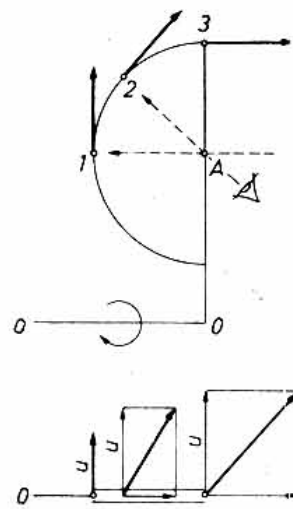
A tangenciális sebesség miatt a folyadék részecskékre  
centrifugális erő hat. Az 1. pontban levő részecske  
ezért radiálisan elmozdul, s maga előtt tolja az ott levő  
részecskéket. A 2. pontban levő részecske szintén radiá-  
lisan akar a centrifugális erő miatt (valamint a mög-  
götte levő részecskék tolóereje miatt is) elmozdulni,  
azonban csak a gyűrű fala mentén tud ferdén haladni.  
A folyadék összenyomhatatlansága miatt a lapát menti  
sebessége abszolút értékben ugyanakkora, mint az 1.  
pontban levőé, azaz oldalnézetben a két vektor hossza  
egyforma. A 3. pontban levő részecskére hiába hat a  
centrifugális erő, sugárirányban egyáltalán nem tud ha-  
ladni, bár a lapátok menti sebessége ennek is ugyanak-  
kora, mint az előző kettőé, iránya azonban teljesen  
axiálisra fordult. Ez az a sebesség, amivel a folyadék  
eltávozik a szivattyúkeréktől, illetve amivel belép a  
turbinalapátok közé. Ha az itt fel nem rajzolt turbina-  
kerék is ugyanolyan gyorsan forogna, mint a szivatyú-

tyúkerék, vagyis a szivattyúlapátból éppen átlépő fo-  
lyadék részecske tangenciális sebessége megegyezne a  
turbinalapátok kerületi sebességével, akkor ez a fo-  
lyadék részecske úgy tudna két turbinalapát közé be-  
lépni (feltéve, hogy az eddig üres volt), hogy a lapátok-  
nak neki sem ütközne. Általában azonban a turbina-  
kerék lassabban forog, ezért a folyadék részecske kény-  
telen nekiütközni az előtte lassabban haladó turbina-  
lapátnak, s ily módon impulzuserőt fejt ki rá. Annál  
nagyobb lesz ez az impulzuserő, minél lassabban fo-  
rog a turbinalapát. Az impulzus átadása után a folya-  
dék részecske felveszi a turbinalapát kerületi sebességét,  
de nem tud a lapáthoz ragadni, mert az utána nyomuló  
részecske hátulról tolja. Mivel itt is kénytelen a gyűrű-  
felületet követni, hamarosan bekerül a belső sugárra,  
sőt, ott el is hagyja a turbinakereket, s visszalép a szí-  
vattyúlapátok közé. (Az átlépés most sem mehet üt-  
közés nélkül, de ezen a rajzon ez nem látható.)

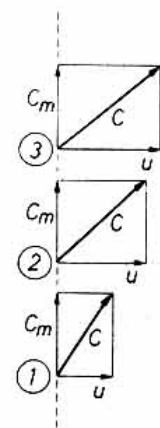
A 24. ábrán a sebességeket jelző vektorok úgy van-  
nak felrajzolva, ahogy azt valaki az  $A$  pontból szem-  
lélve láthatja, sorra végigtekintve a három pontot.

Azért, hogy a folyadék átlépését s így az impulzus ki-  
alakulását is jobban megérthessük, a 25. ábrán négy  
kritikus ponthoz tartozó pillanatnyi sebességeket raj-  
zoltunk fel. Ez a négy pont a következő: 1. a szivattyú-  
lapát belépő élénél a belépés pillanata előtt; 2. a szí-  
vattyúlapát kilépő élénél a kilépés pillanatában; 3. a  
turbinalapát belépő élénél a belépés pillanata előtt; 4.  
a turbinalapát kilépő élénél a kilépés pillanatában.

A szivattyúlapátra perspektivikusan is berajzoltuk a  
sebességvektorokat  $i_H=0$  esetre. A jobb ábrázolható-  
ság végett itt is az  $A$  pontból való szemléldést alkal-  
maztuk, s így a cirkulációs kört jelző eredményvonal

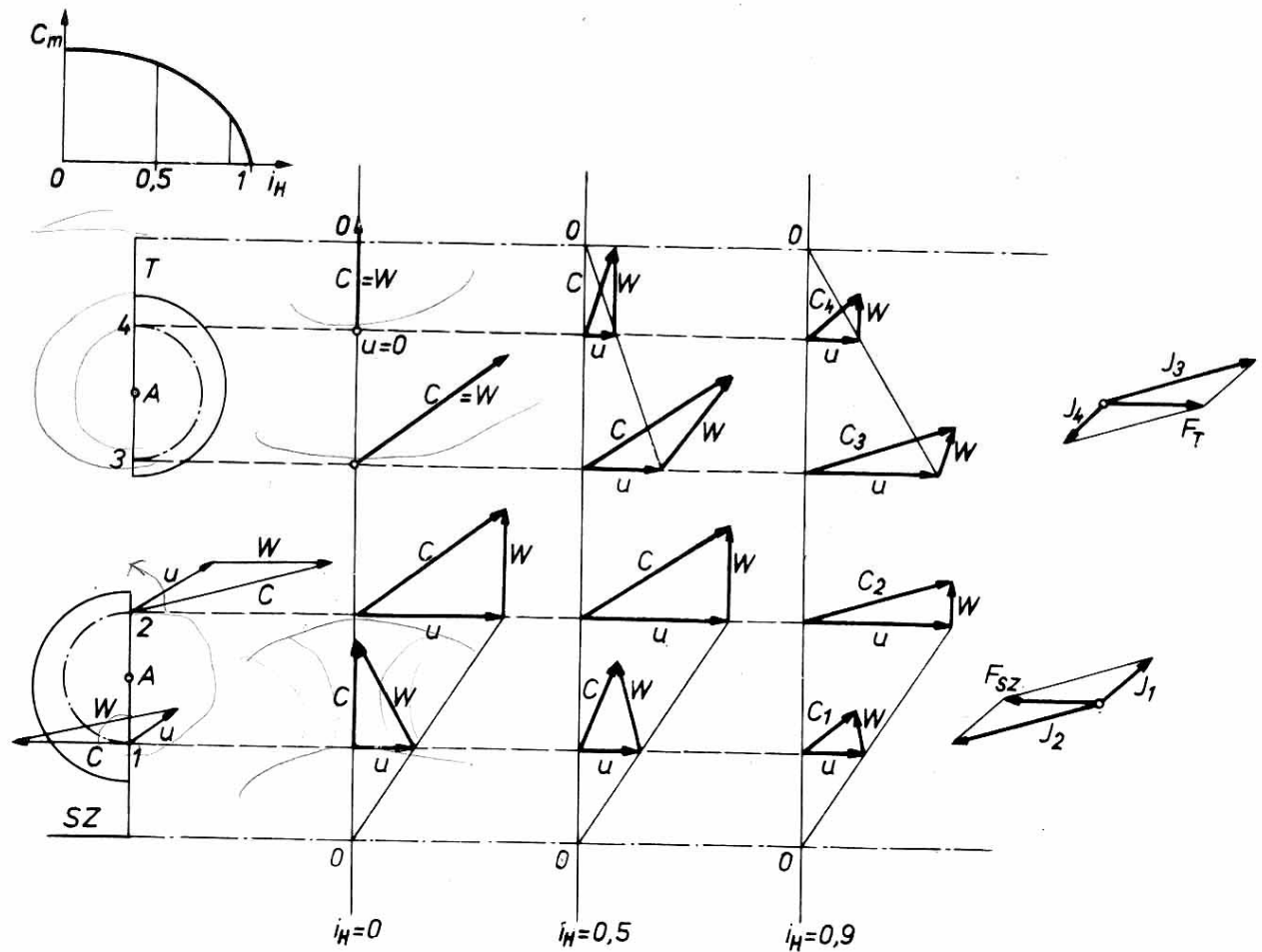


23. ábra



24. ábra





25. ábra

helyett a 0—0 egyenesekre rajzoljuk fel a sebesség-háromszögeket.

A sebességvektoroknál használt betűk jelentése:

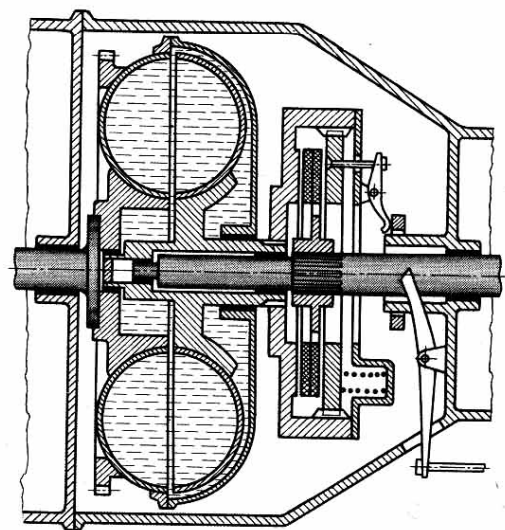
$u$  — a lapát kerületi sebessége az adott rádiuszon;

$c$  — a folyadékreszecske valóságos (abszolút) sebessége az adott pontban;

$w$  — a folyadéknak a lapáthoz viszonyított relatív sebessége.

A sebesség-háromszögek három esetre vannak meg-rajzolva: először álló turbinakerék ( $i_H=0$ ), másodsor a szivattyúkerék fordulatszámának felével forgó turbinakerék ( $i_H=0,5$ ) esetére, s végül  $i_H=0,9$ -nél azaz, amikor a turbina már majdnem olyan gyorsan forog, mint a szivattyú. (Milyenek a sebesség-háromszögek motorféküzemben?)

Látható, hogy a háromszögek magassága, azaz a



26. ábra

$c_m$  meridián (szállítási) sebesség fokozatosan csökken. A csökkenést a bal felső sarokban felrajzolt görbe jellemzi. A csökkenés azért következik be, mert minél jobban megközelíti a turbina fordulata a szivattyút, annál nehezebben tud a folyadék a turbinakerékben az  $R_2$ -ről  $R_1$  sugárra visszajutni a turbinakerékben fellépő (s a cirkuláció ellen ható) centrifugális erőter miatt.

A tengelykapcsolón átmenő nyomaték nem változik, azaz nyomatékmódosítás nem történik, mert a szivattyú- és a turbinakeréken mindig egyforma nyomaték ébred. A 25. ábra jobb szélén felrajzoltuk az impulzus-erő vektorait is  $i_H=0,9$  esetre. A belépő folyadék impulzusereje mindkét lapátnál egyenesen arányos a belépő abszolút sebességgel, a kilépő folyadéké pedig nagyságban arányos, de irányban ellentétes a kilépő abszolút sebességgel. A lapátkerekre ható kerületi erő ( $F_{sz}$ , ill.  $F_T$ ) a be- és a kilépő folyadék impulzuserejének az összegével egyenlő. Az ábráról is látható, hogy az  $F_{sz}$  és az  $F_T$  nagysága egyforma.

A hidraulikus tengelykapcsoló, ha a szivattyúkerék forog, mindig visz át nyomatékot. Ez pl. sebességváltáskor kellemetlen lehet, ezért célszerű egy hagyományos, mechanikus tengelykapcsolót is vele egybeépíteni (26. ábra).

## 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 tégőrgős csapággal van felerősítve, viszont a tengelykapcsoló fedeléhez csak oly módon szabad fölszerelni, 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 meggátolja a tengelyirányú kotyogást, de lehetőséget ad kismértékű radiális elmozdulásra, tehát a kiemelőkarok 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