

kalmazhatunk hibát (89. ábra). Bármelyik típusú lökőtalp alá beszerelhetünk egy bütykös csúszólapot (90. ábra), aminek a segítségével a szelepeket tartósan nyitott helyzetben tarthatjuk (dekompresszor).

Az igen nagy fordulatszámú motorokon a zárást is kényszervezérléssel kell megoldani, erre mutat egy példát a 91. ábra.

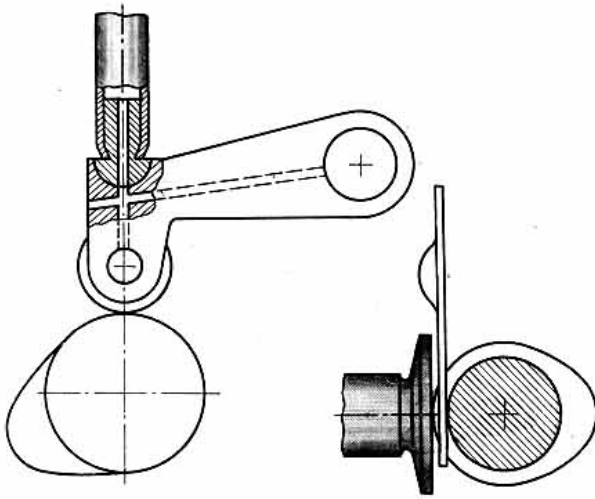
A bütyökprofil kialakításakor figyelembe kell venni a lökőtalp érintkezési módját. A 92. ábra mutatja a függőleges elmozdulás jellegét elméleti egyenes (1), görgős (2) és síktalpas (3) érintkezés esetén.

A bütyökgörbének olyanak kell lennie, hogy az előírt nyitvatartási szög alatt a lehető legnagyobb legyen az időkeresztmetszet. A bütyökgörbe szerkesztésekor — figyelembe véve a 92. ábrával kapcsolatban

elmondottakat — abból kell kiindulni, hogy a szelepnél mekkora indulási sebesség, gyorsulás és elmozdulás engedhető meg.

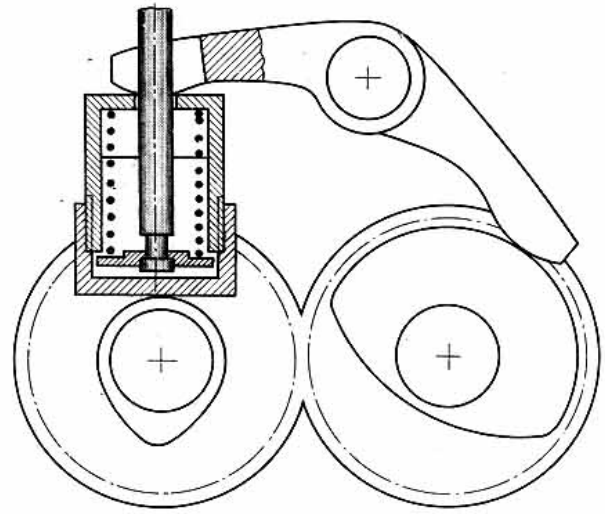
### 3. Dízelmotorok keverékképzése

Dízelmotorokon közvetlenül az égéstérbe, az összesűrített levegőbe kell a tüzelőanyagot — legtöbbször gázolajat — befecskendezni, viszonylag nagy nyomás ellenében. A befecskendezési nyomás szokatlanul nagy lehet, ha gyors járatú dízelről van szó, a rendkívül szűk időkeresztmetszet miatt. A nyomásértékek álta-

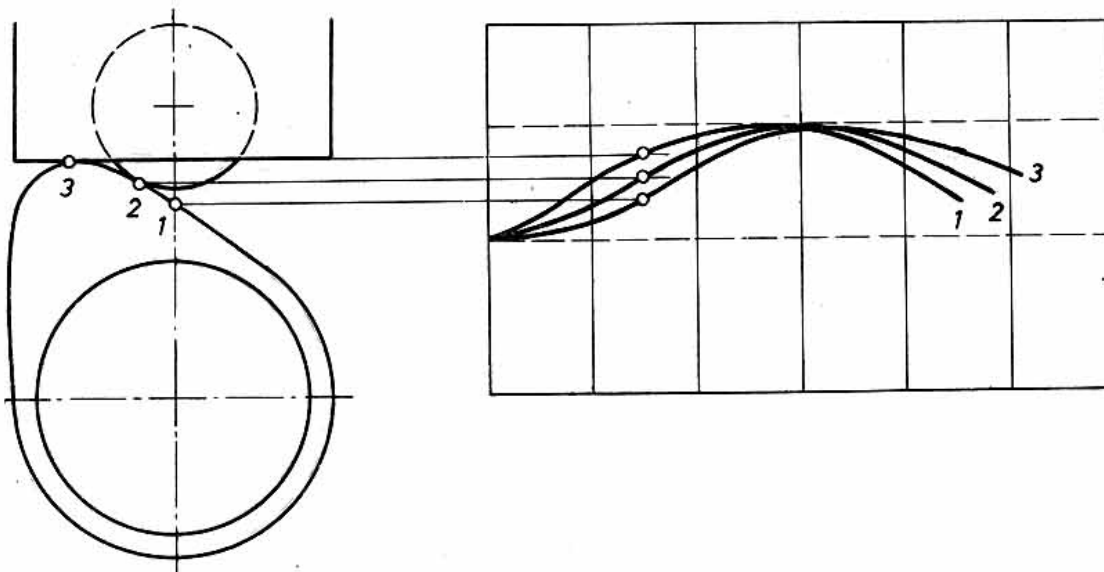


89. ábra

90. ábra



91. ábra



92. ábra

lában, 100—200 kp/cm<sup>2</sup> körül vannak, de előfordul 1000 kp/cm<sup>2</sup>-es nyomás is.

Ilyen nagy nyomásokat csak finoman megmunkált acéldugattyúkkal lehet elérni, mivel az élettartam is nagyon fontos szempont.

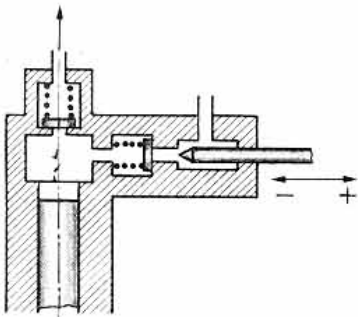
A dugattyús adagolószivattyúknál legnagyobb problémát a „dózis” vezérlése és szabályozása jelenti. (Vezérlés: a gépkocsivezető által kívánt érték beállítása; szabályozás: a gépkocsivezető szándékától független dóziszváltoztatás valamilyen belső üzemi paraméter, pl. a fordulatszám-változás miatt).

A vezérlés legegyszerűbb módja a *fojtósos* vezérlés. A dugattyút valamilyen bütyköstengely állandó löketekkel mozgatja. A gázolaj csak egy fojtószelepen keresztül tud a szívószelephez jutni (93. ábra). A szívó-

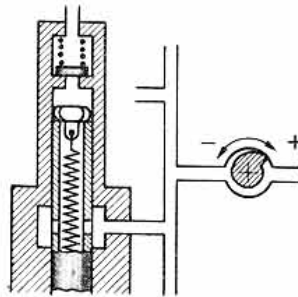
szelepet néha az adagoló-dugattyúba építik be (94. ábra).

Szerkezetileg sokkal bonyolultabb a *változó löketű* adagolószivattyú, mivel itt olyan alkatrészeket kell mozgatni vezérlés céljából, amelyekre igen nagy erők hatnak. A 95. ábrán például a bütyköstengely axiális irányú elmozdításával lehet a löketet s ezen keresztül az adagolást vezérelni. A 96. ábra a Ganz—Jendrassik adagolószivattyút mutatja.

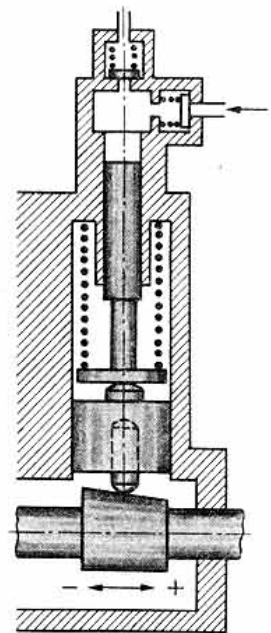
Legelterjedtebb megoldás a *forgódugattyús* adagolószivattyú (97. ábra). Az elnevezés félreértésekre adhat okot, a dugattyú ugyanis általában nem forog, mint például egyes disztributoros adagolóknban, hanem csak elfordul, de ezt is csak a vezérlés vagy szabályozás alatt teszi, egyébként csak löketeket végez. A szí-



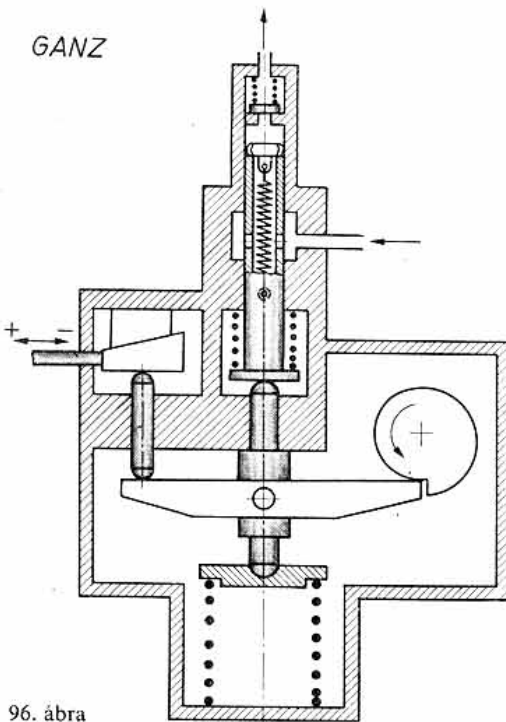
93. ábra



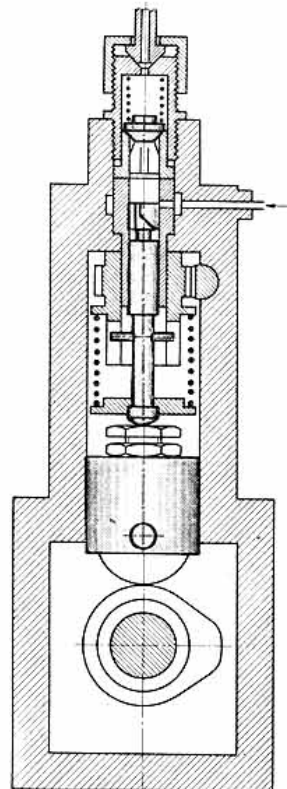
94. ábra



95. ábra



96. ábra



97. ábra

vattyúelemekből annyi egységet szoktak egy házba építeni sorba, egymás után, ahány hengeres a motor. Mivel a dugattyú talpa pontszerűen fekszik fel a lökőtalpra, nem kell nagy erő az elfordításhoz. A fordítóhüvelyeket fogasléccel vagy csapos karral egyszerre lehet elfordítani (98. ábra).

Az adagolás akkor kezdődik (a sebességtől függően valamivel korábban!), amikor a dugattyú zárja a beömlőfuratot. Kicsit más jellegű az adagolás kezdete, ha szívószelepet alkalmazunk (99. ábra). A szívószelep nélküli kivitelben áramlástanilag kedvezőbb, ha külön szívónyílást és külön visszafolyónyílást készítünk (100. ábra).

Az eddig bemutatott ábrákon a dugattyú felső éle mindig vízszintes volt, s a vezérlőél volt ferde. Néha kedvezőbb a motor számára, ha nem a befecskendezés végét vezéreljük, hanem az elejét: hamarabb vagy később kezdjük a befecskendezést, de mindig egyformán zárjuk. Ehhez nem kell mást tenni, mint a dugattyútétőt ferdén kiképezni (101. ábra).

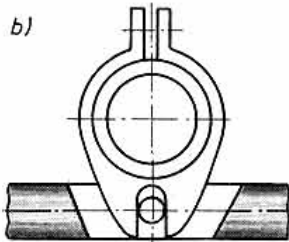
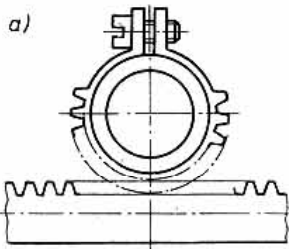
A nyomószelep kialakítására mutat három példát

a 102. ábra. Külön figyelmet érdemel a galléros szelep, amelyet forgódugattyús szivattyúkon alkalmaznak a csővezeték tehermentesítése céljából.

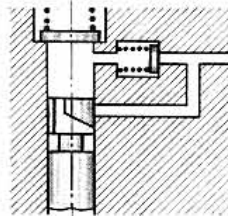
Természetesen nagyon fontos, hogy többhengeres adagolószivattyún a befecskendezés kezdete, ill. vége összehangolt legyen. E célból állítási lehetőségről kell gondoskodni: egyrészt a dugattyú függőleges helyzetét (pl. a lökőtalpon levő csavar segítségével), másrészt az elfordítás alapértékét (pl. a fogasléchez csatlakozó fogaskerék fellazításával) lehessen változtatni. Érdekes állítási módot alkalmazott a C. A. V. (103. ábra).

További állítási lehetőséget kell adni arra, hogy a szivattyú bütyköstengelyét állítani lehessen a motor főtengetyéhez képest. Legegyszerűbb mód egy állítható tengelykapcsoló alkalmazása (104. ábra). Menetközbeni állítást tesz lehetővé a 105. ábrán látható szerkezet. A fordulatszám függvényében automatikusan végrehajtja a tengelyek elállítását a centrifugális előbefecskendezés-szabályozó (106. ábra).

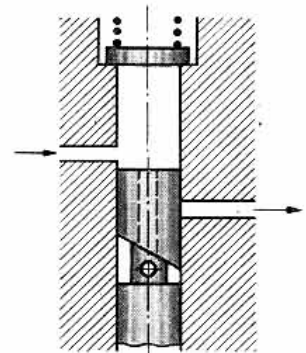
A maximális töltést a fogasléc ütköztetésével állítjuk be. A 107. ábrán egy fix ütköző, egy rugalmas ütköző



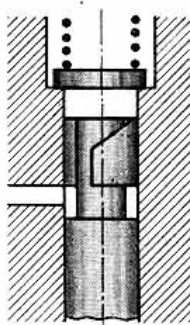
98. ábra



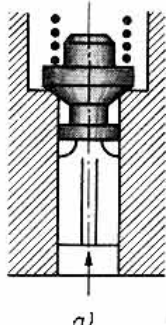
99. ábra



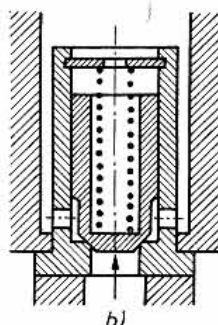
100. ábra.



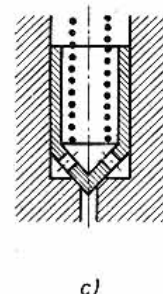
101. ábra



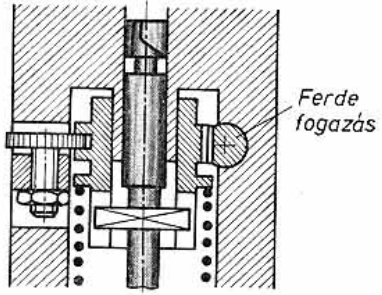
102. ábra



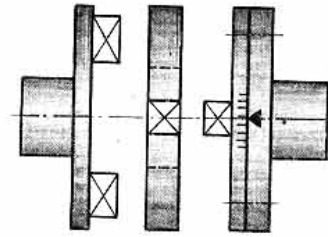
b)



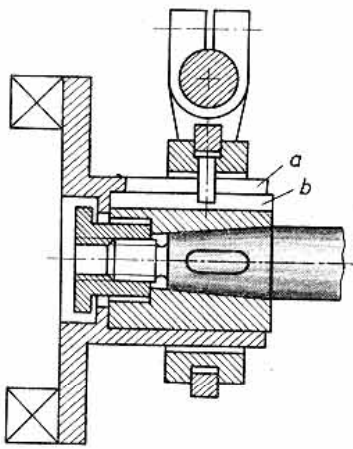
c)



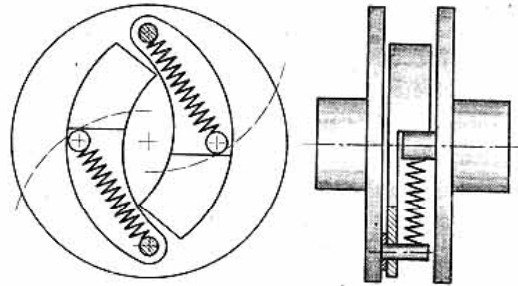
103. ábra



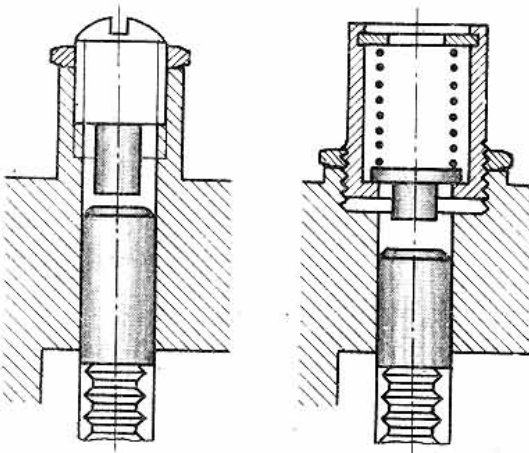
104. ábra



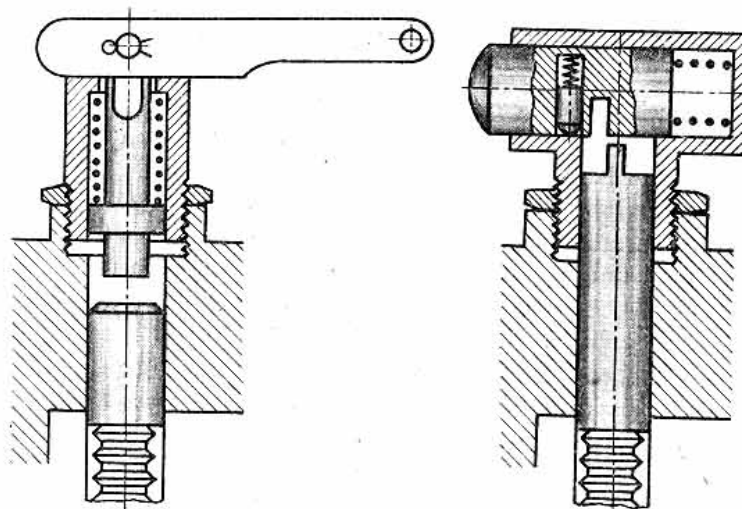
105. ábra



106. ábra



107. ábra



zõ, egy kézzel elhúzzható ütközõ és egy kipattanó ütközõ látható. Az utóbbi három megoldás lehetõséget ad arra, hogy a „maximális” töltésnél is többet fecskendezhessünk be a hengerbe, amire általában indításkor kerül sor.

Az adagolószivattyú szabályozására több okból lehet szükség:

- a motor fordulatszámát maximálni kell (maximumregulátor);
- a motor legkisebb és legnagyobb fordulatszámát határolni kell (max-min. regulátor);
- a motor fordulatszámát két határ között tetszõlegesre lehessen beállítani (univerzális regulátor).

A szabályozók általában mechanikusak (centrifugálisak), de elterjedt a pneumatikus szabályozás is, ritkán a hidraulikus. A szabályozószerkezeteket általában egybeépítik az adagolószivattyúval.

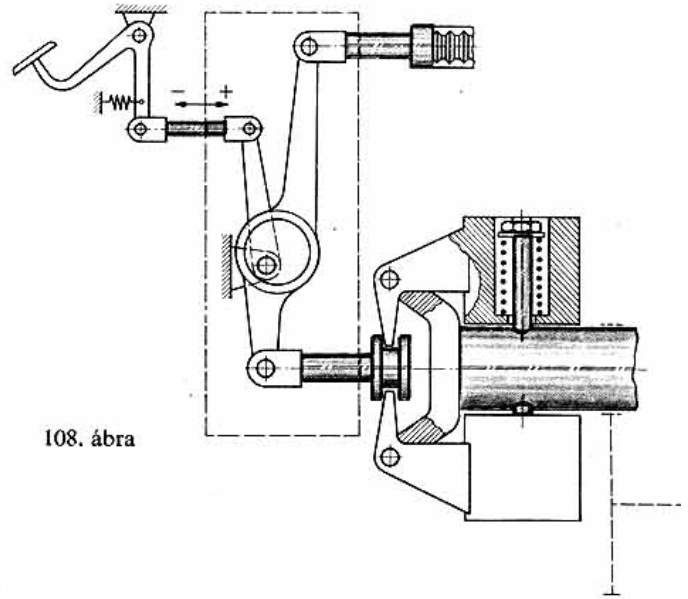
A 108. ábrán egy maximális motorfordulatszámot határoló szabályozó látható. A röpsúlyokat általában az adagolószivattyú bütyköstengelyére szerelik, de lényegesen kisebb röpsúlyokra van szükség, ha megnöveljük a fordulatszámot egy fogaskerék-áttétellel. Ha excenter helyett kulisszát alkalmazunk (109. ábra), akkor kisebb töltéskor növekszik a szabályozó érzékenysége (Miért?)

Mivel elfordulhat, hogy a röpsúly már 0-ra levette a töltést, a motor fordulatszáma mégis tovább nõ (ez mikor fordulhat elõ?), vagy már teljes töltést adott, a motor fordulatszáma mégis tovább csökken (ez mikor fordulhat elõ?), célszerû a röpsúly és a fogasléc között (vagy a pedál és a himba között) rugalmas kapcsolatot létesíteni, így a röpsúly mindig mozgásképes marad, a szerkezet nem feszül be (110. és 111. ábra).

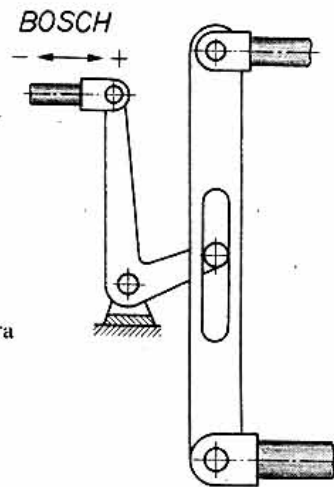
Ha az alapjáratot is szabályozni akarjuk a nyugodt járás céljából (max.-min. regulátor), akkor a röpsúlyba két rugót kell beépíteni, az egyiket kevésbé, a másikat sokkal jobban elõfeszítve (112a ábra). Az utóbbi nem fekszik neki közvetlenül a röpsúlynak, hanem egy fölemelt rugótányéron ül. A röpsúly mûködését a 113. ábra mutatja. A fölengedett pedált olyan helyzetben ütköztetjük, amihez  $n_1$  és  $n_2$  közötti motorfordulatszám tartozik. Ebben az intervallumban (az alapjáratban) a szabályozó a beállított fordulatszámot tartani fogja. Minél keményebb a rugó, annál finomabb a szabályozás, mert kis fordulatszám-ingadozáshoz kis fogasléc-elmozdulás tartozik.

Ha a pedált megnyomjuk, a motor fordulata  $n_2$  fölé nõ, de a szabályozó egészen  $n_3$ -ig (a névleges maximális fordulatszámig) nem mûködik.

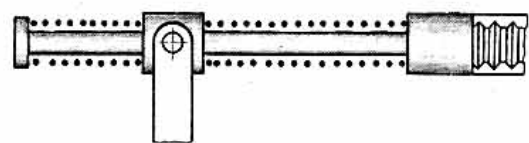
Az alapjárat finom szabályozásához enyhén elõfeszített, de kemény karakterisztikájú rugóra volt szükség, a maximális fordulatszám éles levágásához vi-



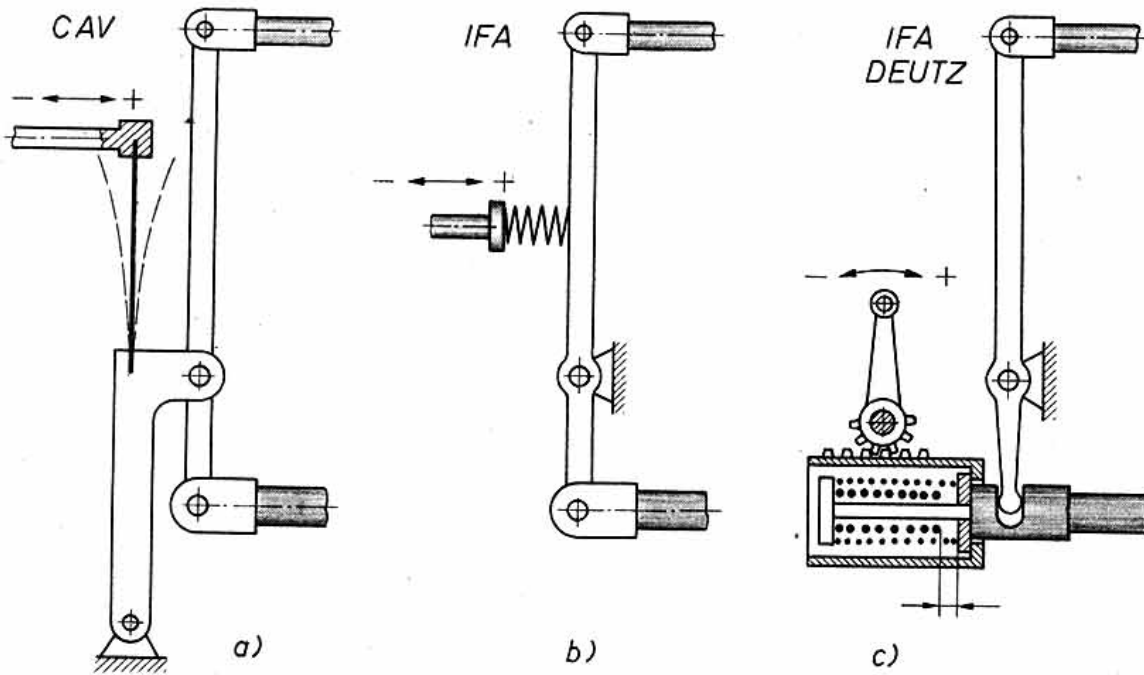
108. ábra



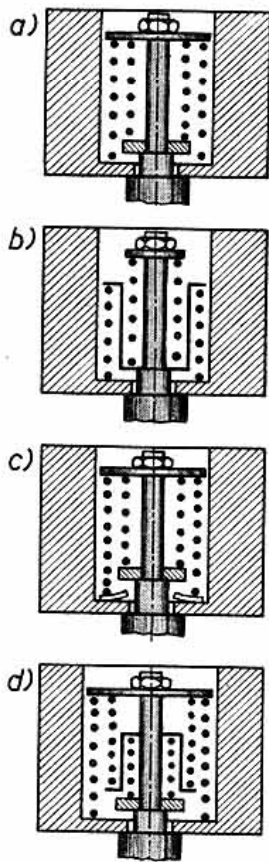
109. ábra



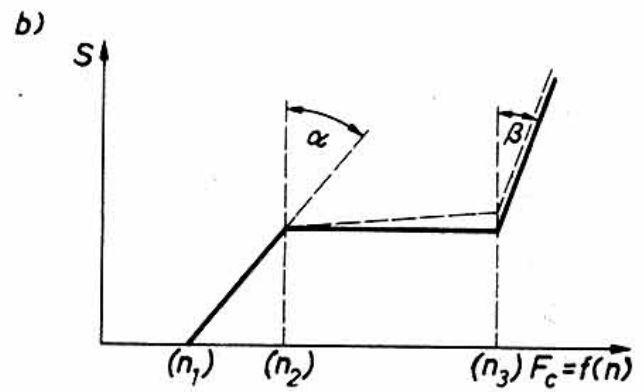
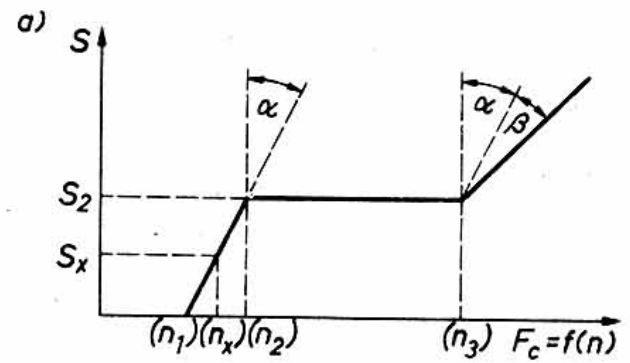
110. ábra



111. ábra



112. ábra



113. ábra

szont lágy karakterisztikájú (de nagyon erősen előfeszített!) rugó kellene. Minél lágyabb ugyanis a rugó, annál kevésbé tud a motor fordulata a névleges maximális fordulatszám fölé nőni, mert már kis túlpörgéshez is hosszú rugóút, azaz hosszú fogasléc-elmozdulás (visszahúzás!) tartozik. Sajnos, a nagy előfeszítési igény miatt a lágy rugóról legtöbbször le kell mondani. A helyzetet rontja, hogy a két rugó beépítése párhuzamos, így még az alapjáratú rugó keménysége is hozzáadódik. Ezen segít a tagolt rugóbeépítés (112b ábra). Az eredményt a 113. ábrán az alsó karakterisztika mutatja.

Egyébként mindkét karakterisztikán a röpsúly elmozdulását a centrifugális erő függvényében rajzoltuk meg, hogy a rugókeménységet érzékeltethessük. Ha ugyanezt a fordulatszám függvényében ábrázolnánk, akkor a ferde egyenes szakaszok helyett kis görbületű parabolaszakaszokat kellene rajzolnunk. (Érdeemes megvizsgálni, hogyan alakul a parabolaszakaszok átlagos mereksége az egyenes szakaszokéhoz képest!)

Egy rendkívül kemény rugó beépítésével az  $n_2$  és  $n_3$  fordulatszámok között is érdemes szabályozni. Ennek a szabályozásnak (korrigálásnak) csak a teljes töltés mellett van jelentősége. A motoroknak ugyanis megvan az a kedvezőtlen tulajdonságuk, hogy nagyobb fordulatszámok felé kevesebb tüzelőanyagot tudnak elégetni füstölésmentesen, az idő megrövidülése miatt. A befecskendezett mennyiségnek tehát — a füstölés elkerülése végett — a fordulatszám növekedésével csökkenie kellene (114. ábra folytonos vonal). A részvezérléses (forgódugattyús) adagolószivattyúk karakterisztikája éppen ellentétes: növekvő fordulatszámhoz növekvő szállítás tartozik (feltéve, hogy a dugattyút közben nem forgatjuk!). Ha most az adagolót úgy állítjuk be, hogy kis fordulatszámánál a motor le tudja adni a maximális nyomatékot, akkor nagyobb fordulatszámánál a motor füstölni fog (szaggatott vonal). Ha viszont úgy állítjuk be, hogy maximális fordulatszámánál ne füstöljön, akkor kisebb fordulatszámoknál nem használjuk ki a motorban rejlő teljesítményt (pontozott vonal). A megoldás az, hogy a szabályozóval növekvő fordulatszámánál kissé visszaforgatjuk a dugattyút, összehangoljuk a szállítást az igénnyel.

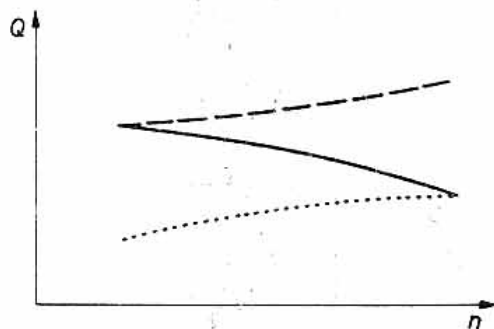
A 112c ábrán egy tányérrugót, a 112d ábrán egy tekercsrugót láthatunk korrektorrugóként. Egy jól méretezett tányérrugó hatását szaggatott vonal jelzi a 113. ábrán. (Milyen ez a karakterisztika, ha a korrektorrugót nem jól méretezték?) A 115. ábra mutatja egy max.-min. regulátor teljes karakterisztikáját korrektorrugó nélkül, a 116. ábra korrektorrugóval.

A harmadik fajta szabályozó (az univerzális) szerkezetileg csak abban különbözik az egyszerű maxi-

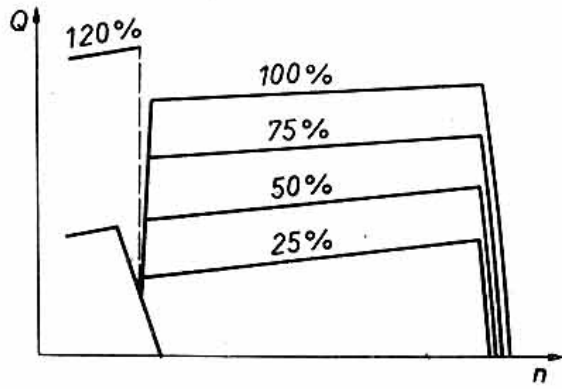
mumregulátortól (108. ábra), hogy a röpsúly-pedal-fogasléc mechanizmusba a befeszülést megakadályozó rugót mindenféleképpen be kell építeni (110—111. ábra). Ugyanakkor van egy lényeges különbség is, ami rajzon nem ábrázolható: a röpsúlyrugó itt nincs (lényegesen) előfeszítve! Ez azt jelenti, hogy a röpsúly nem a maximális motorfordulatszám közelében kezd kilendülni, hanem az üzemi fordulatszám-tartomány alsó határán. A rugó keménysége akkora, hogy a röpsúly a maximális motorfordulathoz ér el legnagyobb kitérését: közben minden motorfordulathoz meghatározott kitérés tartozik. A 117. ábra mutatja a rudak elmozdulási lehetőségeit. A pedálrúd  $C$  pontját  $C_0$  és  $C_5$  között lehet mozgatni,  $C_5$ -nél felütközik (maximális benyomás). Mint látható, ez a szabályozó csak  $n_1 < n_{\max}$  fordulathoz ad teljes töltést ( $D_{\max}$ ), illetve  $n_1$  fölött a töltés csökken. Ha viszont a motorfordulatszám  $n_1$  alá csökken, a töltés természetesen nem tud  $D_{\max}$  fölé menni, ilyenkor lép működésbe az  $R$  rugó ( $C$  és  $B$  pont távolodik egymástól). Az univerzális szabályozóval ellátott adagolószivattyú karakterisztikáját a 118. ábra mutatja.

Lényegesen egyszerűbb és olcsóbb (de nem olyan precíz) a pneumatikus szabályozó. Felépítése a 119. ábrán látható. A „gázpedál” itt a szívócsőbe épített szelepet forgatja. A Venturi-csőben ébredő depresszió a membrán segítségével a fogaslécet mozgatja. A fogaslécet egy kar segítségével mechanikusan 0-töltésre tudjuk állítani, amire a motor leállításakor van szükség.

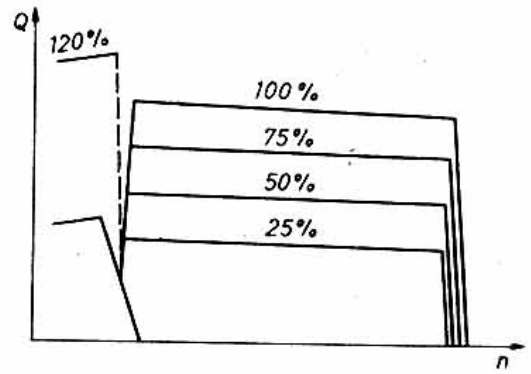
A membrán mérete, ill. a rugó karakterisztikája olyan, hogy a fogasléc viszonylag szűk depresszió-intervallumban teszi meg az utat a 0-töltéstől a maximális töltésig. A 120. ábra mutatja a Venturi-cső karakterisztikáját, különböző szelepállásnál. Mint látható, ez a szerkezet univerzális szabályozóként működik: egy meghatározott  $\varphi = \text{const.}$  szelepállásnál  $n_1$  és  $n_2$  között tartja a motor fordulatszámát. A szabályozó egyúttal az alapjáratot és a maximális fordulatszámot is szabályozza.



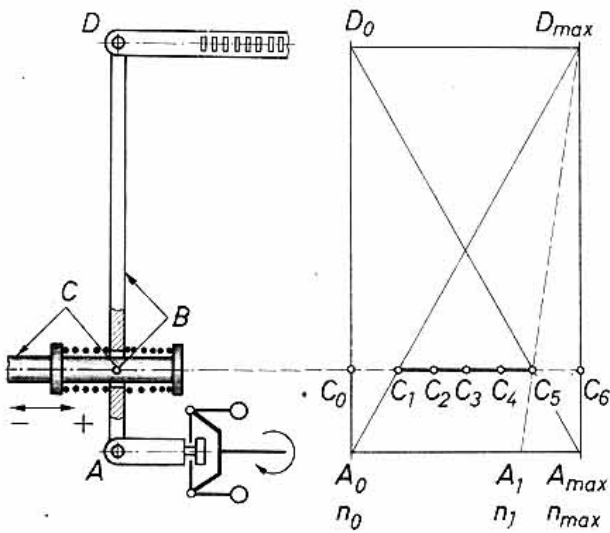
114. ábra



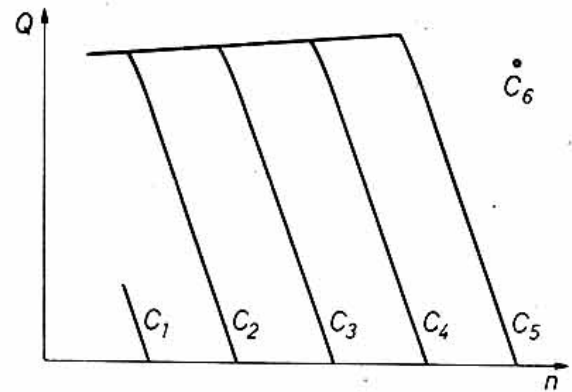
115. ábra



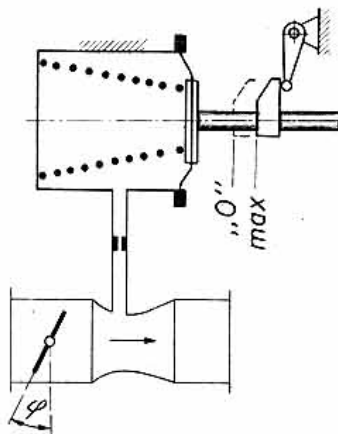
116. ábra



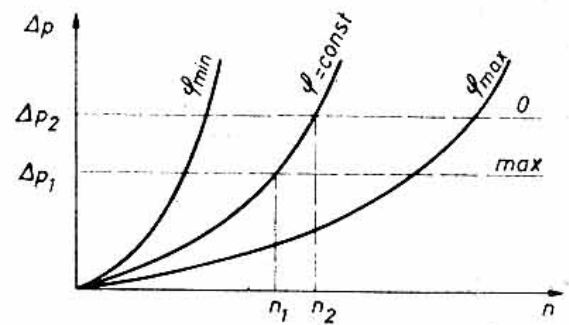
117. ábra



118. ábra

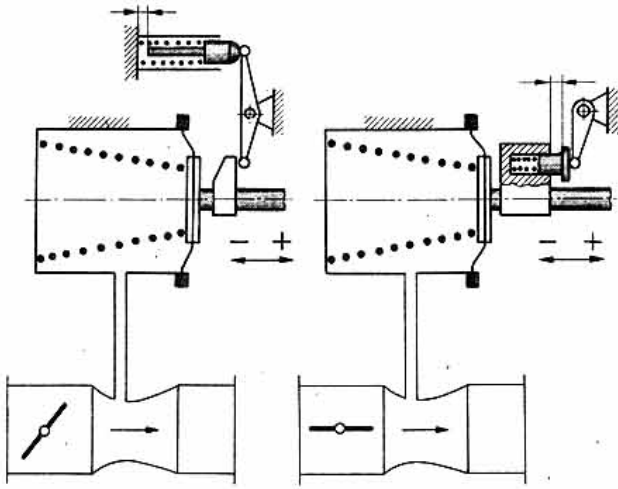


119. ábra

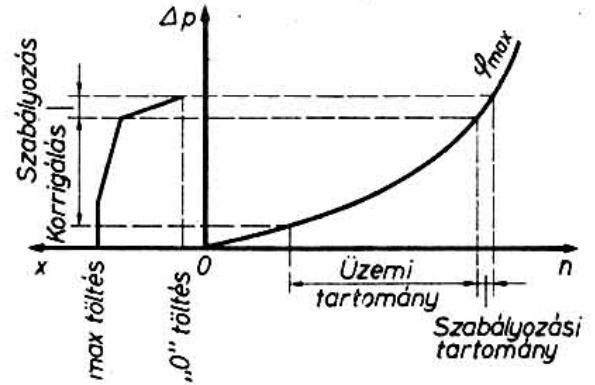


120. ábra

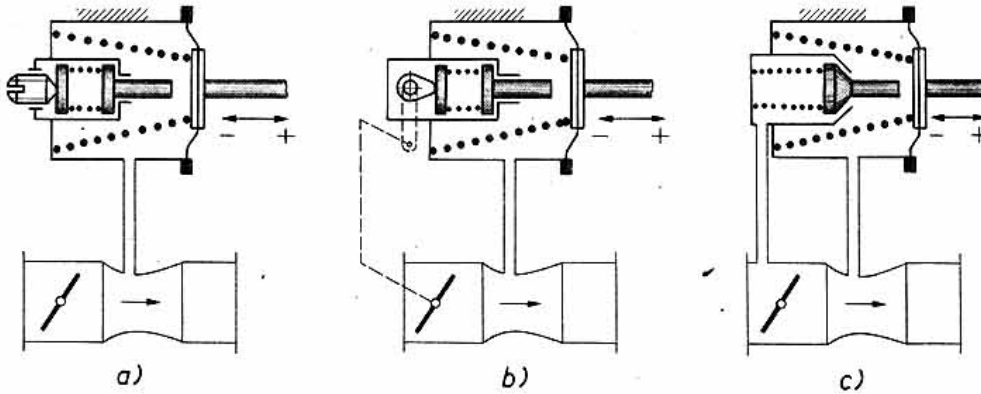




121. ábra



122. ábra



123. ábra

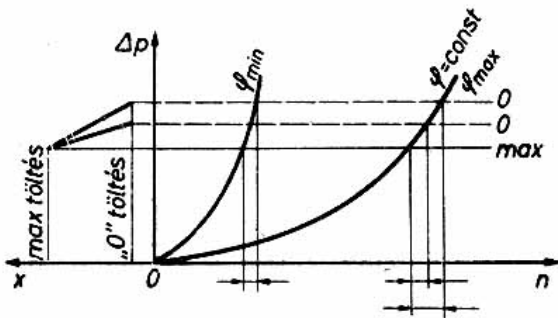
A korrektorrugó beépítésére mutat két példát a 121. ábra. A 122. ábrán a korrekciós szabályozás karakterisztikája látható. Mindkét esetben a himba, ill. kar megfelelő irányú elfordításával indítótöltés is adható.

Az alapjárat finom szabályozáshoz itt is kemény karakterisztikára van szükség. Ezért célszerű a membránházba két rugót építeni, egy lágyat, amihez hosszú rugóút tartozik az általános szabályozáshoz, és egy keményet, ami azonban csak a 0-töltés környékén lép működésbe. A 123a ábrán a pótrugó mindig elő van feszítve, a 123b ábrán pedig csak akkor, amikor a pedál valóban alapjáratra van állítva. Hasonló eredményt lehet elérni pótrugó nélkül is, ha alapjárat környékén pótlevegőt engedünk a membránkamrába (123c ábra). Az eredmény a 124. ábrán látható.

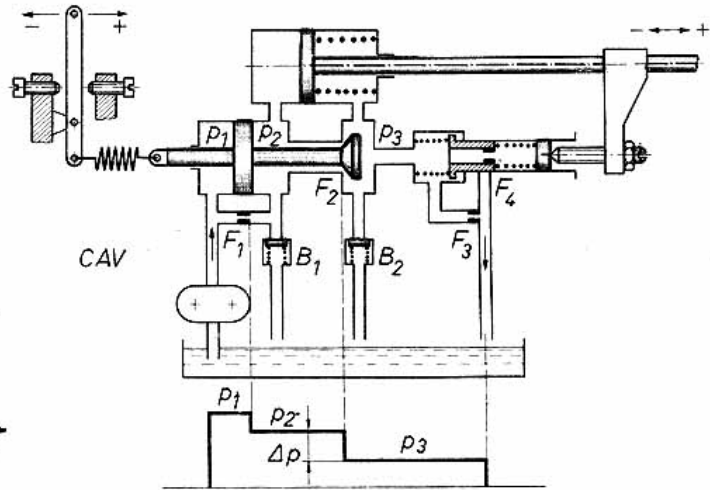
A hidraulikus szabályozásra a 125. ábra mutat pél-

dát. Előnye, hogy nagyobb szabályozó erők állíthatók elő, ezért az egészen nagy nyomású adagolószivattyúknál is pontosan működik (*Miért?*) A fogaskerék-szivattyút a motor hajtja, ezért a szállított mennyiség a motor fordulatszámával nő. A nyomás alakulása azonban a fojtásoktól is függ. Az  $F_1$  és az  $F_3$  fojtás keresztmetszete állandó, az  $F_2$  fojtásé viszont részben a pedál állásától, részben a motor fordulatszámától függ, s így a  $\Delta p = p_2 - p_3$  nyomáskülönbség is a két tényező függvénye. Ez a nyomáskülönbség az, ami a fogaslécet — egy rugó ellenében — a maximális töltés irányában el tudja tolni. Mivel ez a szabályozás a kvadrátikus összefüggések miatt az alapjárat környékén nem elég finom, 0-töltés környékén egy új fojtási keresztmetszet is belép, az  $F_4$ , amelyik elsősorban a  $p_3$ -at tudja csökkenteni, s ily módon növeli meg a  $\Delta p$ -t.

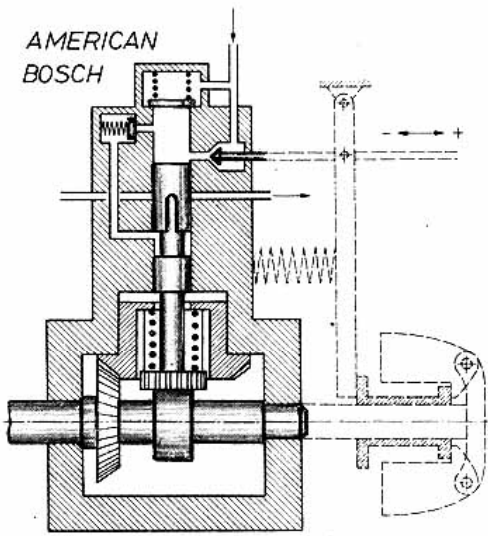
Az eddig ismertetett adagolószivattyúknál feltéte-



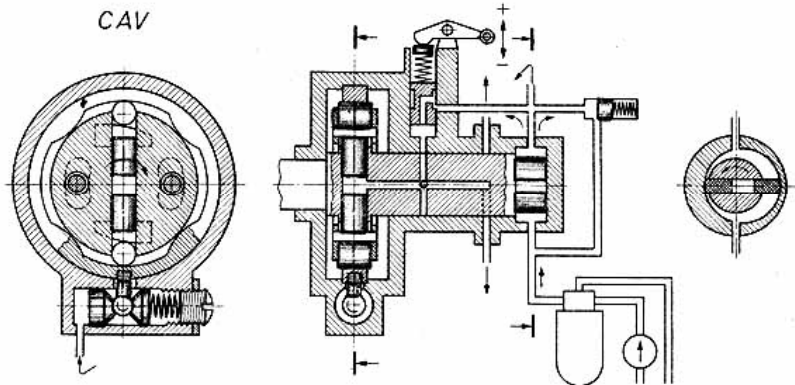
124. ábra



125. ábra



126. ábra



127. ábra

leztük, hogy annyi adagolóelemet használunk, ahány hengeres a motor. Ezeket az elemeket legtöbbször közös házba építik, de néha egyenként szerelik fel a hengerekhez. Az utóbbi esetben a működtető bütyköstengely tulajdonképpen nem is az adagolószivattyú tartozéka, hanem a motoré, ugyanúgy, mint a szelepeket vezérlő bütyköstengely.

A soros és az egyedi adagoló típusok mellett az utóbbi időben elterjedtek az elosztós vagy más néven disztributoros adagolószivattyúk is. Lényegük az, hogy egyetlen adagolóelemük van, de tartozik hozzájuk egy olyan szerkezet, amely az adagolóelemet felváltva köti össze az egyes hengerek felé menő vezetékekkel. A számtalan elképzelést és próbálkozást nem ismertetve, mindössze két típust mutatunk be, amelyek kereskedelmi forgalomba is kerültek.

A 126. ábrán látható szerkezetben maga az adagoló-

dugattyú osztja el a dózisokat az egyes hengerekhez. A vezérlés fojtásos.

A 127. ábra olyan adagolószivattyút mutat, amelyben az adagolóelem két kis ellendugattyúból áll, s egy forgó henger végzi az elosztást. A vezérlés itt is fojtásos. A rajzon az automatikus előbefecskendezés-állító is látható, amelyik szárnylapátos szivattyúból és munkadugattyúból áll. A munkadugattyúra ható olajnyomás a fordulatszámmal nő, így az a bütykösgyűrűt — egy gömbcsap segítségével s egy rugó ellenében — el tudja fordítani. A maximális adag a dugattyúloket változtatásával állítható be: a dugattyú és a görgő között levő papucs ívelt végeit egy tárcsa bevágásába ütköztetjük, ez a tárcsa különböző elfordított helyzetekben két csavarral rögzíthető.

Az adagolószivattyú által szállított gázolajat a hengerbe be kell porlasztani. A porlasztó általános fel-

építését mutatja a 128. ábra. A nagy nyomással érkező gázolajnak fel kell emelnie a fűvókában levő záródugattyút, amelyet egy erős rugó szorít le. A rugó előfeszítésével lehet szabályozni a beporlasztás nyitónyomását. A porlasztás alatti nyomás a fojtási viszonyoktól függ. A porlasztót két csavarral erősítjük be a hengerfejbe (128b ábra), de gyakran menetes csövet használnak (128c ábra). (Az utóbbinál a tapogatótűvel a porlasztó működését ellenőrizhetjük.) A fűvókák kialakítására láthatunk néhány példát a 129. ábrán.

A soros és a disztributoros adagolószivattyúk mellett néha hengerenkénti adagolószivattyút alkalmaznak, amely a porlasztót is magában foglalja (130. ábra). Ennek előnye, hogy elmarad az adagolótól a porlasztóig menő, néha elég hosszú nagynyomású csővezeték, amelyben sokszor kellemetlen folyadékclengések alakulnak ki.

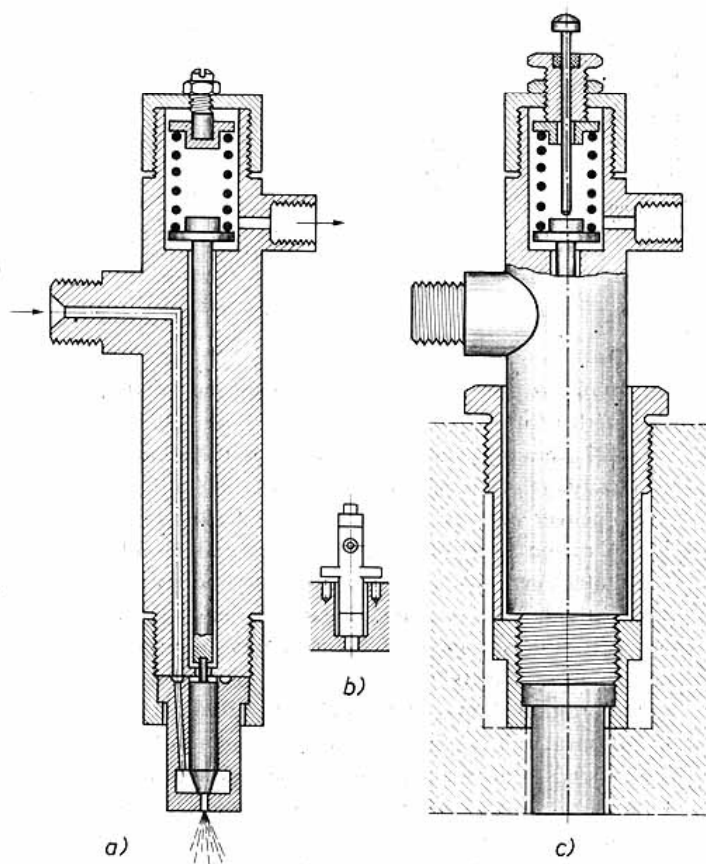
Az adagolószivattyú szívó oldalán általában a légköri nyomásnál nagyobb nyomásúnak kell a gázolajnak lennie (0,5–1,5 at), hogy a szükséges mennyiség

a rendelkezésre álló rendkívül rövid idő alatt be tudjon áramolni a hengerbe. Ezt a túlnyomást tápszivattyúval állítjuk elő, ami itt legtöbbször dugattyús rendszerű (ritkán membrános).

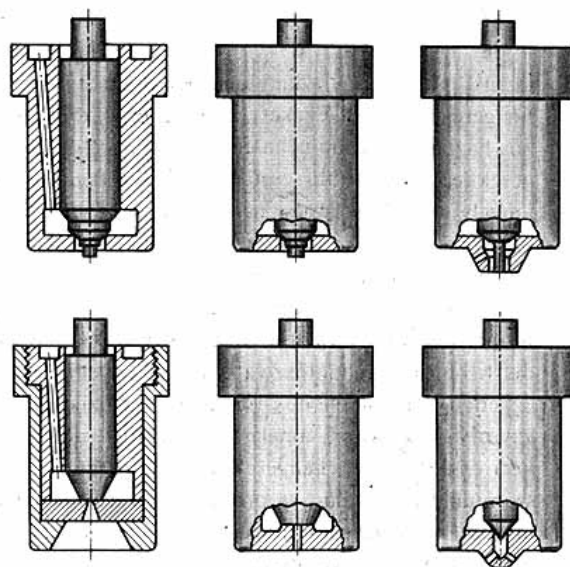
A 131. ábra egyszeres, a 132. ábra kétszeres működésű tápszivattyút mutat be. (*Mekkora a dugattyú lökete, amikor a motor alapjáróban jár?*) A kézi dugattyú lehetővé teszi, hogy álló motornál is feltölthessük a rendszert gázolajjal (légtelenítés!). Érdekes tápszivattyú-megoldást láthatunk a 133. ábrán.

Mivel az adagolóelemben a dugattyú és a hengerfal közötti hézag 1 mikrométer nagyságú, rendkívül fontos, hogy a gázolaj nagyon tiszta legyen. A 134. ábrán a gázolajszűrőknek három fő típusa látható. Az első típus a nemezbetétes szűrő. A második ún. cellás szűrő, amelyben a lemezekon levő lyukak lemezenként más-más átmérőjűek. A lemezköteget gyakran egy vászonzsákba húzzák, ami előszűrőként szerepel. A harmadik típus a papírszűrő.

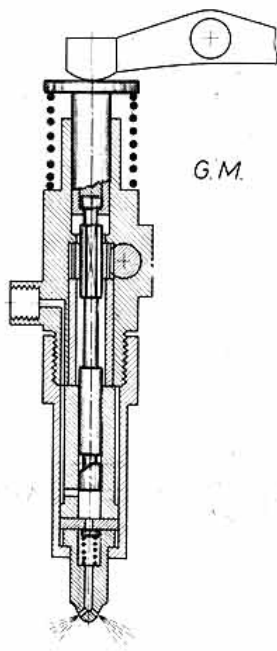
Dízelmotorok üzemében gyakran szokott problémát okozni a motor indítása, főleg kamrás hengerfej-



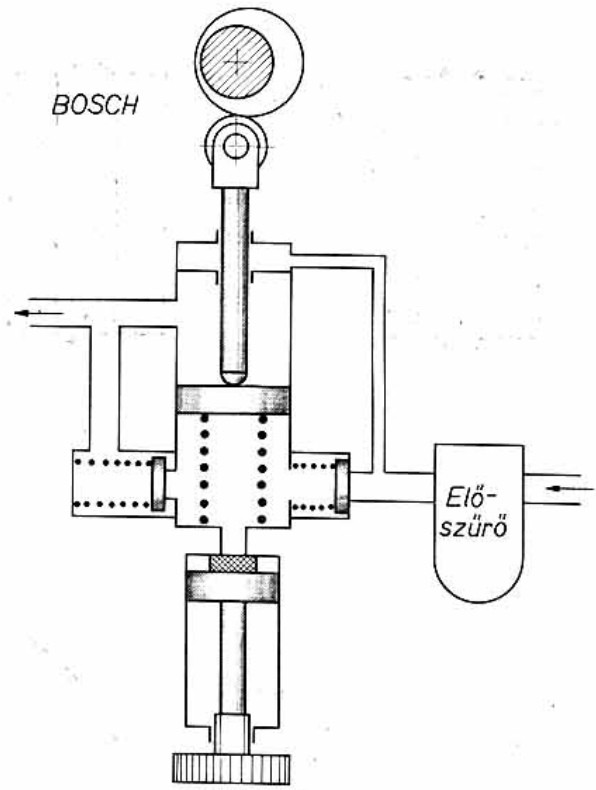
128. ábra



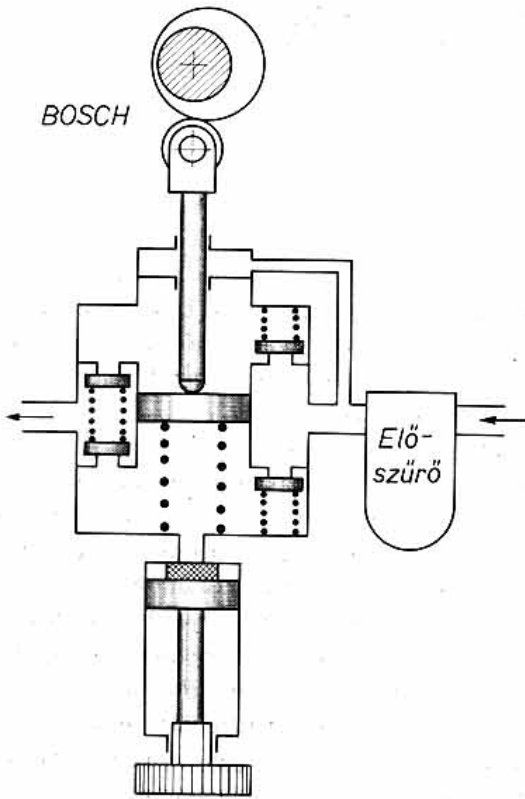
129. ábra



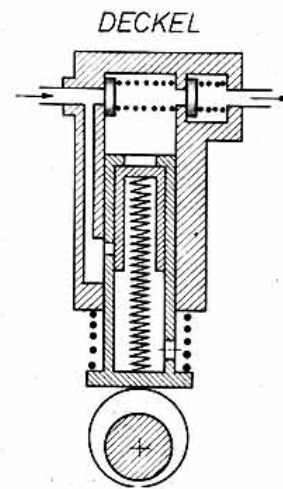
130. ábra



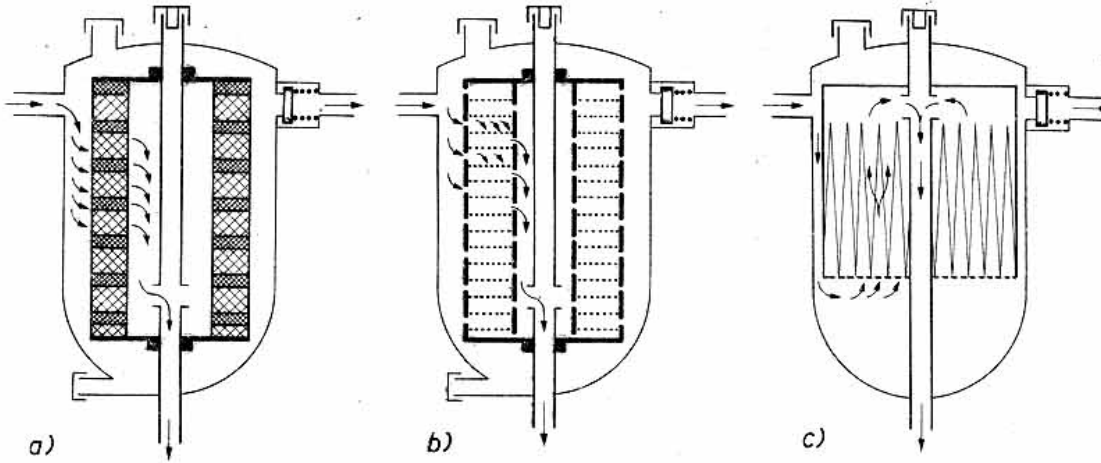
131. ábra



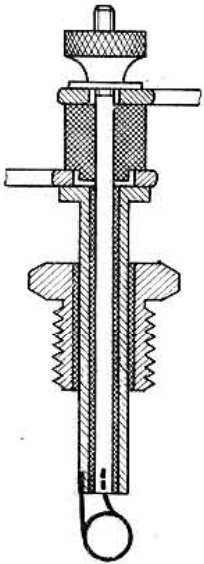
132. ábra



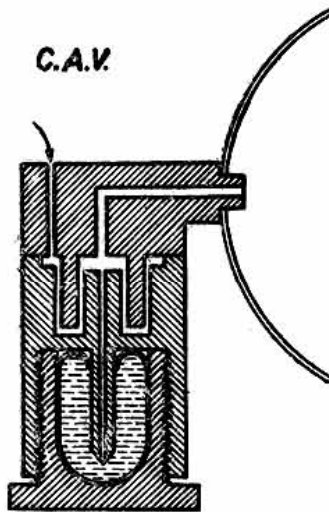
133. ábra



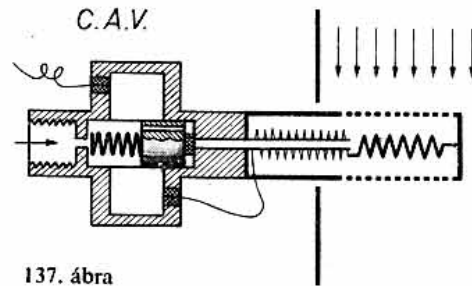
134. ábra



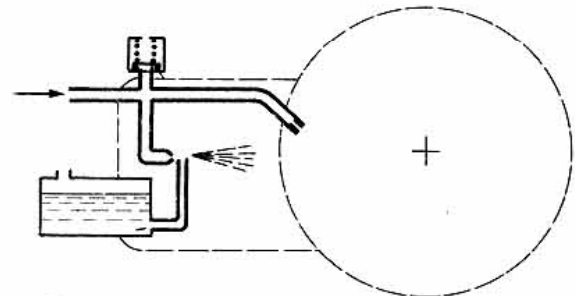
135. ábra



136. ábra



137. ábra



138. ábra

képzés esetén. Az indítás megkönnyítésére legáltalánosabban *izzítógyertyákat* használnak (135. ábra), amelyek az izzó spirálja fölmelegíti a kamrába bepréselt levegőt. Ezeket a gyertyákat sorba kötik, s indításkor rákapcsolják az akkumulátorra (régbben párhuzamosan kapcsolt, ún. egypólusú izzítógyertyákat használtak).

Az indítást könnyen gyulladó tüzelőanyag adagolásával is meg lehet könnyíteni. Néha elegendő, ha a levegőszűrőre benzinnel átitatott ruhadarabot teszünk. Jobb eredményt érhetünk el éter (vagy amilnitrit, etilnitrát, „dízeléter”) adagolásával, ehhez azonban különleges adagolóberendezésre van szükség, nehogy sok éter kerüljön az égéstérbe (elfogyasztja az oxigént, vagy túl nagy előgyújtást okoz). A 136. ábrán látható adagoló a szívócsőre van erősítve. Ha a szívócsőben nincs pillangószelep (röpsúlyos regulátor eseté-

ben általában nincs!), akkor azt is be kell építeni (s indítás idején használni). Az indítófolyadék egyébként itt kis műanyag fóliában van, amit becsavaráskor a hegyes végű cső átszúr.

Az indítást a beszívott levegő előmelegítésével is meg lehet könnyíteni. Gyártanak villamos levegőmelegítőt is, ami tulajdonképpen szívócsőbe beépített villamos fűtőspirálból áll, ezt azonban inkább csak ott lehet használni, ahol külső áramforrás áll rendelkezésre (600 W!). Lényegesen kisebb áramfogyasztása van a gázolajos levegő-előmelegítőnek (137. ábra), amelyben a villamos áram csak a beáramló gázolajat párologtatja el (a vékony meneteknél), majd azt meggyújtja. Csak a melegítőláng gyújtására szolgáló izzítógyertya fogyaszt áramot a pneumatikus hidegindító berendezésben (138. ábra).