

különbözik az előzőtől. A benzinellátó rendszer — az indítómotor beindulásától kezdve — állandóan benzint szállít a hat henger szívószelepe előtt elhelyezett porlasztófúvókákhoz, amelyek azonban csak akkor nyílnak ki, ha a porlasztó belsejében levő elektromágnes áramot kap. Van még egy hetedik porlasztó is, amelyik a szívószelepektől távolabb helyezkedik el, ez a hidegindításra szolgál.

A benzint egy villamos motorral hajtott szárnylapátos szivattyú szállítja. A motor az elektronikus vezérlőegységtől kap áramot, a gyújtás bekapcsolásával egyidejűleg. (A vezérlőegység egy másodperc múlva kikapcsol, ha az indítómotor nem kap áramot.)

A szivattyúból kilépő benzin kinyitja az *A* visszacsapószelepet, amely addig meggátolta, hogy a csővezeték-rendszerből benzin folyjék vissza, ugyanakkor — egy vékony furaton keresztül — lehetőséget adott arra, hogy az állott, esetleg buborékos benzin visszafolyjék a tartályba. Ennek a szelepnek van még egy biztonsági funkciója is: a második — erősebb — rugó is összenyomódik, ha a csővezetékben (pl. horpadás miatt) dugulás lép fel.

A benzin nyomását egyébként a *B* nyomásszabályozó szelep tartja 2 at körül.

Az indítómotor bekapcsolásakor a *C* fúvóka is áramot kap, feltéve, hogy a hűtővízbe belógó *D* hőkapcsoló átengedi az áramot. Erre csak akkor kerül sor, ha a motor hideg ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt!).

Járó motorban az *E* befecskendező fúvókák szolgáltatják a benzint, melyek szintén elektromágnessel működnek. A vezérlőegységből három-három porlasztóhoz jön egy-egy vezeték (csoportos befecskendezés). Az áramimpulzus időpontját a gyújtáselosztóval egybeépített *F* áramszaggató vezérli. Az áramimpulzus hosszát — azaz a befecskendezésre kerülő benzin mennyiségét — az elektronikus vezérlőegység, több tényezőt figyelembe véve, szabályozza. Ezek a következők:

— Mekkora a szívócsőben levő depresszió abszolút értéke? (Ezt egy vákuumdobozzal mozgatott vasmag jelzi úgy, hogy a *G* tekercs induktivitását változtatja.)

— Nyitva van-e teljesen a fojtószelep? (A csökkent depresszió nem tudja nyitva tartani a *H* kontaktust.)

— Mi történik a fojtószeleppel? (Ha alapállásban van, a 4-es vezetékben áram van, ha be van nyomva, akkor a 2 vezetékben levő potenciométer mutatja a benyomás mértékét, ha éppen nyílik, akkor a 3 vezetékben folyó áram a mozgás sebességétől függő frekvenciával meg-megszakad, de az áram szaggatása elmarad, ha a fojtószelep visszafelé mozog.)

— Mekkora a beszívott levegő hőmérséklete? (*I* termométer.)

— Mekkora a motor fordulatszámja? (A 6—7 vezetékben létrejövő áramszaggatás frekvenciája ezzel arányos.)

— Milyen pillanatnyi helyzetben van a motor fő tengelye? (A gyújtáselosztóba beépített *F* áramszaggató a 6—7 vezetéken át a megszakítás pillanatával ezt jelzi.)

Mindezeket az információkat az elektronikus vezérlőegység (analog számítógép) folytonosan feldolgozza, s az eredménytől függően határozza meg az *E* porlasztószelepek felé menő áramimpulzusok időpontját és hosszát. Az elektronikus számítógép tehát, amely egyebek között 25 tranzisztort és 35 diódát tartalmaz, a pontos adagoláson kívül figyelembe tudja azt is venni, hogy

— a motor felmelegedett-e, mert ha nem, arányosan dúsabb keveréket szállít a bemelegítés idejére (ehhez természetesen több alapjáratú levegőre is szükség van, erről gondoskodik a termosztát elven működő *J* pótlevegő-szelep);

— gyorsít-e a gépkocsivezető, kell-e dúsítás;

— motorfékkel megy-e a jármű (főlengedett pedál, azonkívül 1200-nál nagyobb motorfordulat), mert akkor teljesen megszünteti a benzin befecskendezését.

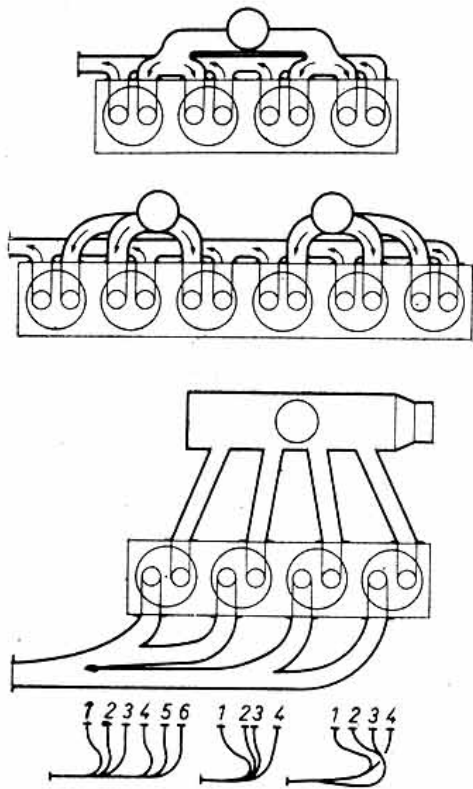
Egyes típusokon a *G* és a *H* jeladó szerepét egy kombinált *G+H* transzduktor veszi át (az ábra bal oldalán látható).

5. Szívás és kipufogás

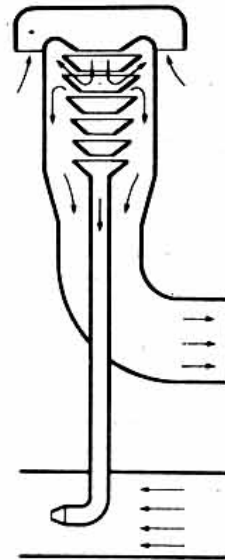
Szűrőn és az ún. szívócsővön keresztül jut a levegő a motorba. Otto-motorokban a szívócsőbe beépítik a tüzelőanyag-adagoló (porlasztó-, befecskendező) rendszert is. A szívócső a hengerfejben kiképzett szívócsatornában folytatódik. A hengerfejben kialakított kipufogócsatornához a kipufogócső csatlakozik, amibe hangtompító van beépítve.

A szívó- és a kipufogócsövek elrendezésére mutat néhány példát a 178. ábra. Korszerű motorokon nagy gondot fordítanak a szívó- és a kipufogócsövek kialakítására, különösen hosszára. A nyomáshullámok figyelembevétele (a szívó- és a kipufogócsövek „hangolása”) ugyanis jelentősen javíthatja a töltési határfokot (dinamikus feltöltés), illetve csökkentheti a kipufogási ellenállást és a zajt.

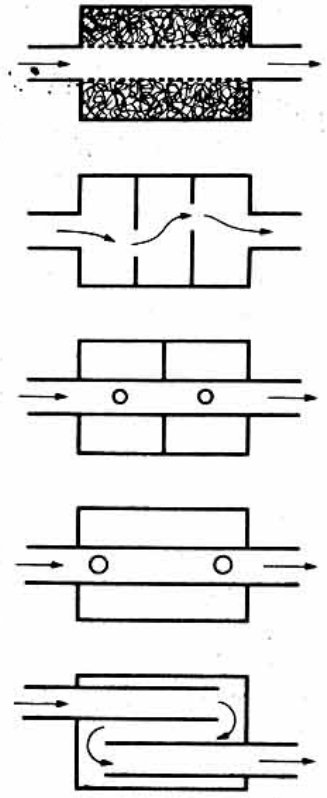
A levegőszűrő legelterjedtebb kialakításait láthatjuk a 179. ábrán. A kerületen belépő levegő hirtelen irányváltást szenved, a fellépő centrifugális erő a nagyobb porszemeket az olajtükörnek vágja. A gyorsan áramló levegő az olajat is fölfelé hajtja a lapos kúp felületén. A levegő olajcseppeket magával ragadva állandóan



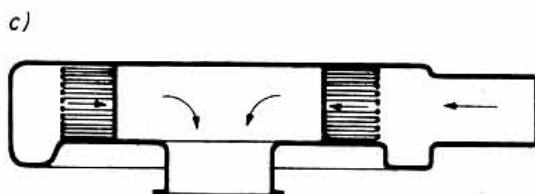
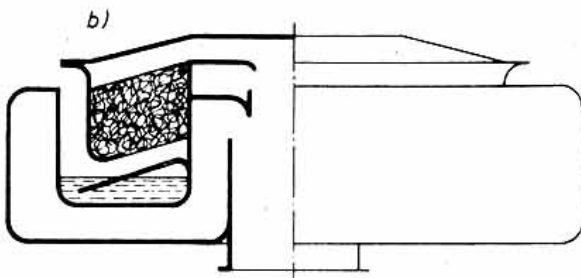
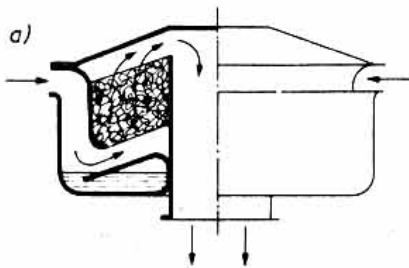
178. ábra



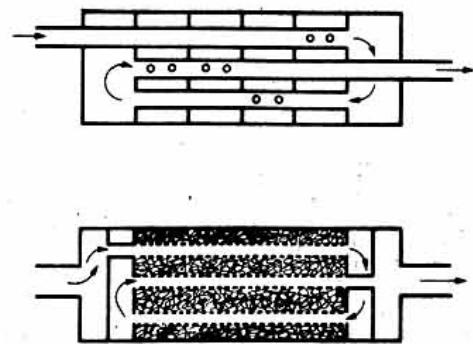
180. ábra



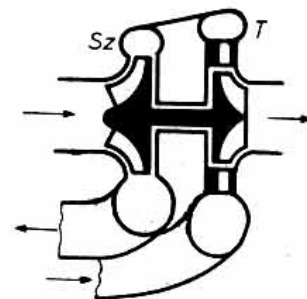
181. ábra



179. ábra



182. ábra



183. ábra

nedvesíti a szűrőbetétet (fémforgácsot) is. A középső típus ugyanezen az elven működik, de ki van egészítve zajtompító kamrákkal. A legalsó ábra papírszűrőt mutat be. Rendkívül poros (homokvihar!) vidéken célszerű a főszűrő elé egy durva előszűrőt szerelni. A 180. ábra olyan centrifugális elven működő durva szűrőt mutat, amelyikben a kiválasztott port a kipufogósőbe épített injektor szívja el.

A hangtompítást többféle elven lehet megvalósítani (181. ábra): abszorpcióval, soros rezonanciakamrákkal, párhuzamos rezonanciakamrákkal, interferenciakamrával, irányvátoztatással. A kivitelezett megoldásoknál ezeket az elveket általában kombinálva alkalmazzák (182. ábra).

A szívó-, ill. kipufogórendszerhez tartozik még az esetleges feltöltőberendezés. Ezt elsősorban dízelmotorokban érdemes használni, a teljesítmény növelése céljából. A levegő befúvására használhatunk aerosztatikus (Root-fúvót, szárnylapátos megoldású fúvót stb.), vagy aerodinamikus (centrifugális) szivattyút. A szivattyút hajthatjuk magával a motorral mechanikus áttétel segítségével, vagy kipufogógáz-turbinával (183. ábra).

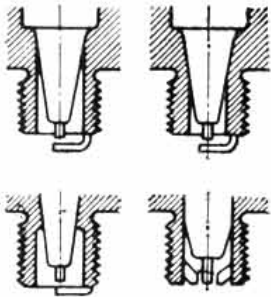
6. Gyújtás

Dízelmotorokon nincs szükség külön gyújtóberendezésre, mivel a tüzelőanyagot olyan hőmérsékletű levegőbe fecskendezzük be, amelyben az magától meggyullad.

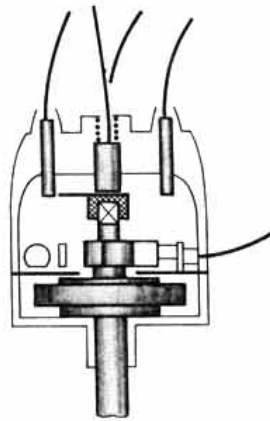
Otto-motorokon a keverék gyújtására villamos szikrát használunk. Az ún. gyújtógyertya pólusaira impulzusszerűen 10—20 ezer voltos áramot kapcsolunk, amely a 0,4—0,8 mm-es szikraközt átíveli.

A gyertya fegyverzete maga is fölmelegszik, ami öngyulladását okozhat, különösen a nagy fordulatszámú, nagy sűrítésű motorokban, de a kétütemű motorokban is. A gyertya hővezetésének a változtatásával optimális gyertyahőmérsékletet lehet elérni. A 184. ábrán különböző hővezetésű („hőértékű”) gyertyakialakítás látható.

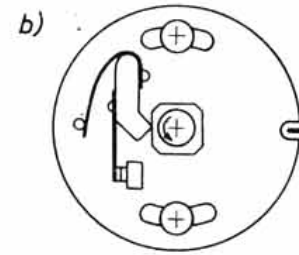
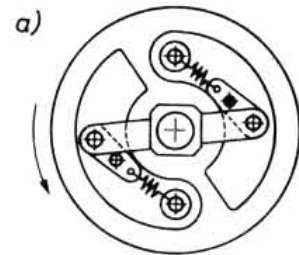
A nagyfeszültségű áramot transzformátorral állítjuk elő. (Régebben gépkocsikon is elterjedten használták a „mágnesgyújtást”). A primer áramot az akkumulátorból vesszük, s egy bütököstengellyel vezérelt megszakítóval szaggatjuk (185. ábra). A szekunder ára-



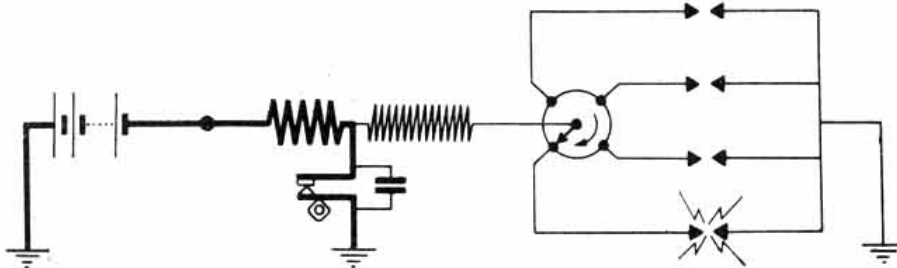
184. ábra



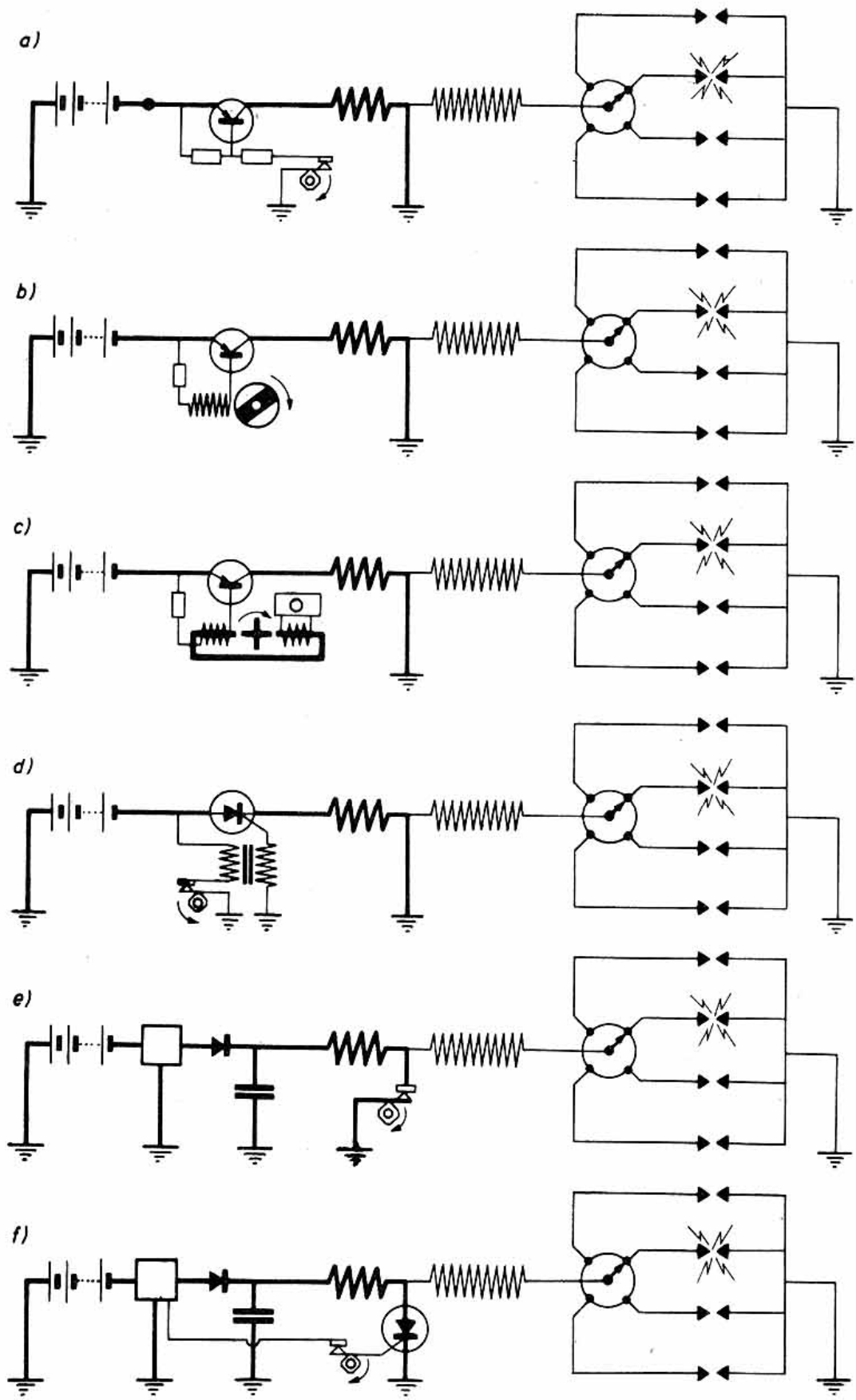
186. ábra



187. ábra



185. ábra



188. ábra

mot forgó elosztóval irányítjuk az egyes hengerekhez, a gyújtási sorrendnek megfelelően.

A megszakítót és az elosztót közös házba szokták építeni (186. ábra). A megszakítás pillanatát (az előgyújtás mértékét) a fordulatszámától függően változtatni kell. A 187a ábra egy mechanikus (centrifugális) szabályozót mutat, amelynél a bütyök és a tengely egymáshoz viszonyított relatív helyzete változik, a 187b ábra pedig egy pneumatikus („vákuum”) szabályozót, amelyiknél az üllő-kalapács együttes mozdul el a házhoz viszonyítva.

A hagyományos gyújtórendszernek több hátrányos tulajdonsága van: 4000-es fordulaton felett nem megbízható, kis fordulatszámánál (indítás!) nem ad elég erős szikrát, egyes alkatrészei (megszakító!) hamar tönkremennek. Az indítási nehézségeken valamit segít, ha a primer áramkörbe beletervezünk egy ellenállást (1–2 ohm), amit mágneses kapcsolóval rövidre zárunk az indítás idejére. Gyökeres javulást azonban csak félvezetők alkalmazásával lehet elérni.

A 188. ábrán hatféle leegyszerűsített kapcsolást láthatunk (a tranzisztorok védelmére szolgáló ellenállásokat és kondenzátorokat, a túlfeszültség és a polaritás csere elleni diódákat stb. elhagytuk, az erősítő fokozatok elmaradtak stb.). Az egyes kapcsolások jellegzetessége:

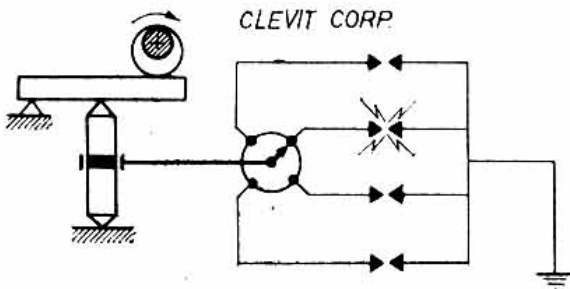
a — megmarad a hagyományos szaggató, de azon lényegesen gyengébb áram megy át;

b — nincs szaggató, impulzusgenerátor nyitja, ill. zárja a tranziszort;

c — nincs szaggató, egy „csatoló” generátor (transzformátor) és egy nagyfrekvenciás oszcillátor vezérli a tranziszort (itt tulajdonképpen a vasmagot „szaggatjuk”);

d — szaggató van a mellékáramkörben, amelynek szaggatása egy tiriszort vezérel;

e — az akkumulátor áramát egy áramátalakító néhány száz voltra felemeli, ezt egy dióda egyenirányítja, majd ezzel egy nagy kapacitású kondenzátort feltöltünk, azt — egy szaggatóval — időnként kisütjük;



189. ábra

f — ugyanaz, mint az előbbi, de a szaggatón nem megy át erős áram, csak akkora, ami egy tirisztor vezérléséhez szükséges.

Egészen különleges gyújtást láthatunk a 189. ábrán, amely a piezózó hatáson alapszik. Ólom-cirkonát-titanit kristályok 15–20 kp erő hatására 20–30 ezer voltos feszültséget is le tudnak adni.

7. Indítás

Mivel a belső égésű motorok bizonyos fordulatszám alatt saját magukat sem képesek forgásban tartani, az indításhoz külső erőt kell igénybe venni, hogy a motor ezt a minimális fordulatszámot elérje.

A kézi indítást gépjárműmotorokon legfeljebb csak kiegészítésként alkalmazzák, feltéve, hogy a motor nagysága egyáltalán lehetővé teszi a kézi indítást. A kézi indításhoz a forgattyústengely végén ferde indítókörmökre és egy forgatókarra van szükség. Motorkerékpárokon a forgatókart lábpedál helyettesíti. Csónakmotorokhoz gyakran készítenek huzalos vagy fogaskerekes indítószervezetet.

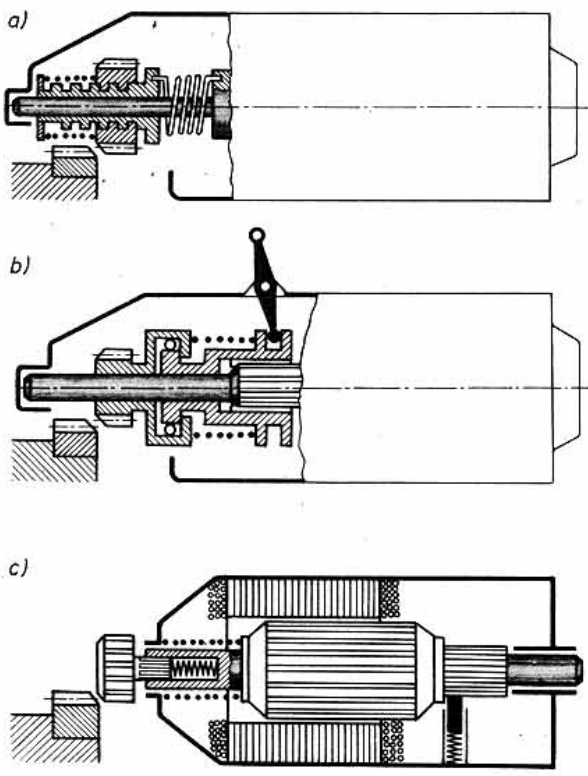
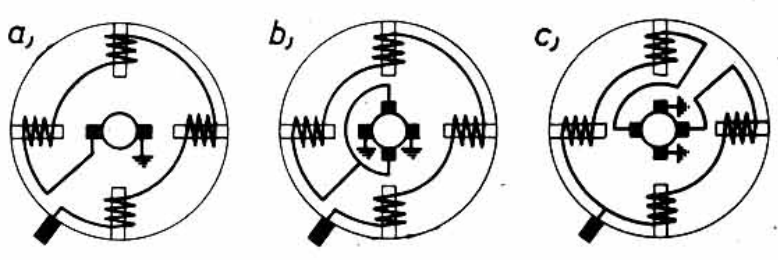
A gépkocsimotorok indítására ma elsősorban villamos motorokat használunk (túl nagy motoroknál a felpörgetést könnyítendő, néha dekompresszort alkalmaznak — lásd: szelepvezérlésnél).

Az indítómotor soros kapcsolású egyenáramú motor, kisebb teljesítménynél két bronzkefével (190a ábra), nagyobb teljesítménynél négyel, sőt két párhuzamos ágra bontva (190b, ill. c ábra).

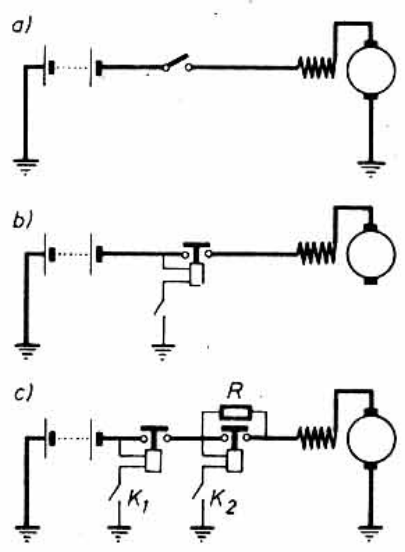
Az indítómotor fogaskerekeit csak az indítás idejére kell a lendítőkerék fogaskoszorújával kapcsolni. Erre háromféle megoldás terjedt el (191. ábra): a tehetetlenségi erőt kihasználó csavarorsós (Bendix), a kézi vagy elektromágneses működtetésű tolókerekes és a csúszóarmatúrás.

Az indítómotor az akkumulátorból kapja az áramot az indítókapcsolón keresztül (192a ábra). Célszerű az erős főáramot elektromágneses relével kapcsolni (192b ábra), ahol az elektromágnes magja először csak a tolókereket tolja be a fogaskoszorú fogai közé, s csak azután kapcsolja rá az áramot a motorra. A csavarorsós kivitelrel is el lehet kerülni azt, hogy a hirtelen felpörgő villamos motor túl erősen lökje meg a fogaskereket (192c ábra): a kézi kapcsoló (*K*) csak egy gyengébb áramot küld a motorba egy ellenálláson keresztül, amit éppen az előrefutó fogaskerék által zárt áramkör fog majd rövidre zárni egy mágneskapcsoló segítségével. Hasonló megoldást alkalmaznak a csúszóarmatúrás indítómotoron is.

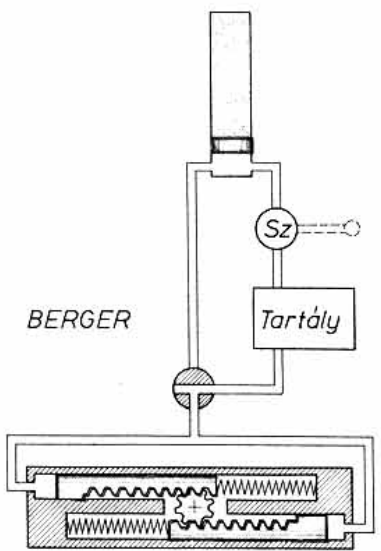
190. ábra



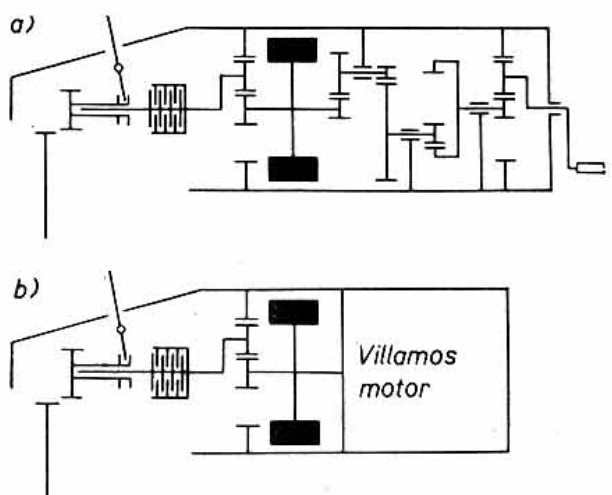
191. ábra



192. ábra



193. ábra



194. ábra

Nagyobb, főleg dízelmotorokon esetleg két villamos indítómotorra is szükség lehet. Különleges járműveken biztonsági indítóberendezés is kell a villamos indítómotoron kívül, egész nagy motorokon pedig villamos indítást már egyáltalán nem lehet alkalmazni. Mindezen okok miatt különböző nem villamos indítóberendezéseket is kidolgoztak:

— Hidraulikus indítóberendezés. Kézi vagy villamos szivattyúval nagynyomású olajat halmoz fel egy légüstben, amit hidrosztatikus motorral forgássá alakítanak át. A 193. ábrán egy nem hagyományos hidromotor látható.

— Pneumatikus indítóberendezés. A hidraulikus indításhoz hasonlóan, a légtartályban tárolt nagynyomású levegővel szárnylapátos vagy más rendszerű motort hajtunk meg, vagy a levegőt — egy speciális elosztón keresztül — közvetlenül a motor hengerébe vezetjük, az expanzió ütemnek megfelelően (dízelmotorokban).

— Benzines indítóberendezés. A nagy motorra egy hagyományos kisméretű Otto-motort szerelünk, amivel a nagy motort forgásba lehet hozni, vagy (csak dízelmotor esetén) karburátort is szerelünk a motorra (és természetesen gyújtást is és segédégésteret is), s a motort Otto-motorként indítjuk hagyományos módon, majd átkapcsolunk dízelüzemre (nagyon ritkán alkalmazzák).

— Lendkerekes indítóberendezés. Kézzel (1—2 perc alatt) 15—20 ezres fordulatra felpörgetünk egy lendkerek fogaskerék-áttétel segítségével (194. ábra), majd a viszonylag lassan forgó csúszókereket betoljuk a fogaskoszorú fogai közé. (A soklamellás tengelykapcsoló állandóan zárva van, csak biztonsági célt szolgál.) A lendkerek természetesen villamos motorral is fel lehet pörgetni (alsó ábra), erre a célra sokkal kisebb teljesítményű villamos motor elegendő, mintha azt közvetlen indítómotorként használnánk.

8. Hűtés, olajozás

A motor főlegesen hőjét át kell adni a környező levegőnek. Léghűtésről akkor beszélünk, ha a levegő közvetlenül érintkezésbe kerül a hűtendő test külső felületével, amit egyébként bordázattal célszerű megnövelni. Vízhűtés esetén a hőt víz közbeiktatásával juttatjuk el a levegőhöz: a nagyobb fajhőjű víz jól hozzávezethető a hűtendő alkatrészekhez, majd egy alkalmas helyen elhelyezett hőkicserélő a hőt átadja a levegőnek.

A léghűtés (195. ábra) előnyei: nem kell hozzá külön hűtőfolyadék, nincs fagyveszély, hidegen könnyebben indul, hamar eléri az üzemi hőfokot, kevés segédberendezés kell hozzá. Hátránya, hogy erősen változó üzemi viszonyok között nehezebben tud alkalmazkodni a terhelés változásához, azonkívül elég zajos is.

A vízhűtésnek két fő típusa ismert: a régebbi termoszfion rendszerű (196a ábra) és a korszerűbb kényszeráramoltatásos (196b ábra) hűtés.

A radiátornak szintén két fő fajtáját használják, a vízcsöves és a légsöves megoldást (197. ábra). Az utóbbi a hatásosabb, de drágább. A zárt rendszerű hűtésnél a hűtősapkába egy nyomásra és szívásra nyíló szelepet építenek (198. ábra).

A hőelvonást lehetőleg úgy kellene szabályozni, hogy a motor hőmérséklete állandó (optimális) legyen. Léghűtéskor csak a hozzávezetett levegő mennyiségének változtatásával (zsaluzás, változtatható szállítású légfűvő, ventilátor) lehet a hőelvonást szabályozni.

A ventilátort legegyszerűbben a motor főtengelyéről lehet hajtani ékszíj segítségével. Hátránya, hogy a szállított levegő mennyisége a motor fordulatszámaival arányos, nem leadott teljesítményével. Korszerűbb és drágább gépkocsikon a ventilátor szállítását változtatni lehet. Megoldások:

— hidrodinamikus tengelykapcsoló közbeiktatása, amelynek feltöltését termosztát vezérli szakaszosan vagy folytonosan;

— elektromágneses tengelykapcsoló közbeiktatása szakaszos működtetéssel;

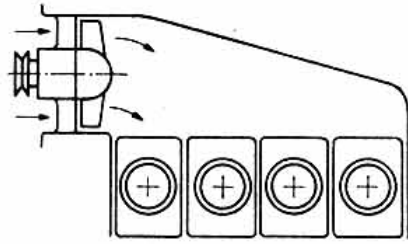
— állítható lapátok.

Durva szabályozási mód a hűtő zsaluzása, kézi állítással.

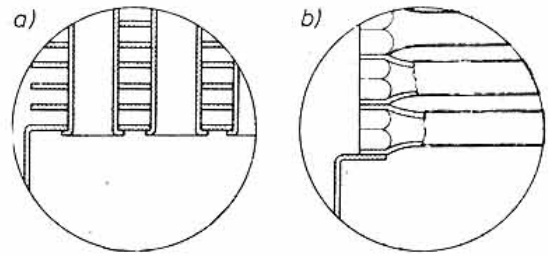
Vízhűtéskor ugyanezek a módszerek szintén alkalmazhatók, de ezenkívül lehetőség van a hűtőfolyadék cirkulációjának a változtatására ún. termosztát segítségével. A 199. ábra mutatja a termosztát két fő típusát. Az egyik csak a hűtő felé menő vezetékét zárja el, amíg a hűtővíz hideg. A másik a szivattyú szívóoldala felé menő vezetékét is el tudja zárni, ez utóbbit természetesen csak akkor, amikor a hűtőfolyadék már fölmelegedett. Néhány éve jelent meg egy újfajta termosztát, aminek a működése a tubusra emlékeztet (200. ábra).

Az olajozás legfőbb feladata a csapágyak és a dugattyú üzemszerű működésének a biztosítása, de legtöbb esetben hőelvonó (hűtő) szerepe is van.

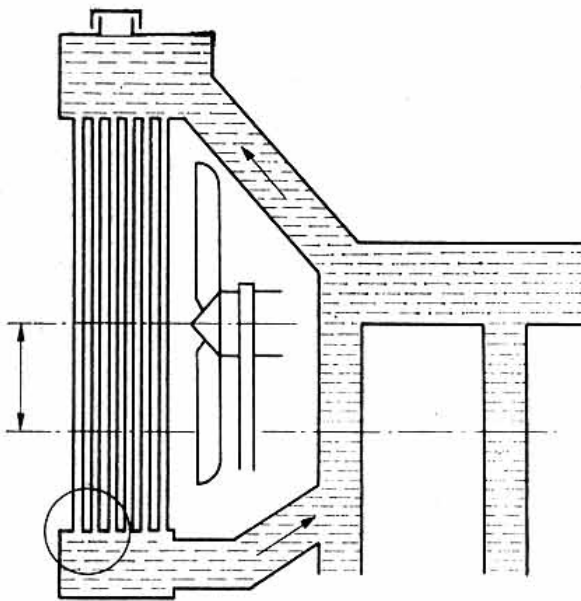
Az olajozás legegyszerűbb módja a *keverék olajozás*, amit elsősorban kis teljesítményű, főleg kétütemű, forgattyúház-öblítésű Otto-motorokon alkalmaznak. A benzinbe 1:20—1:50 arányban bekevert olaj pára alak-



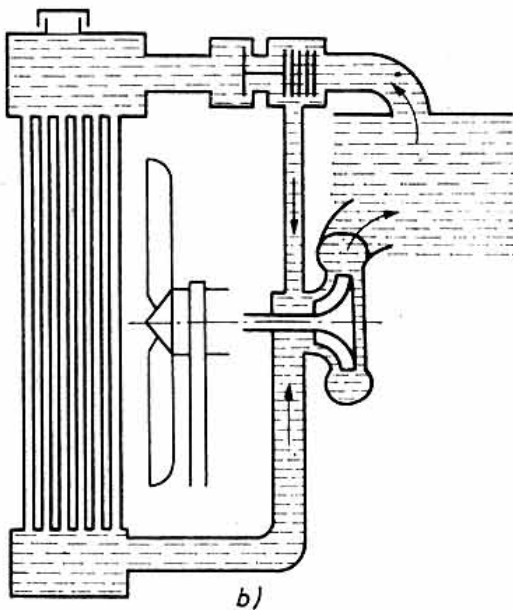
195. ábra



197. ábra

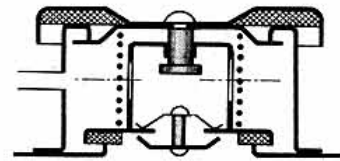


a)

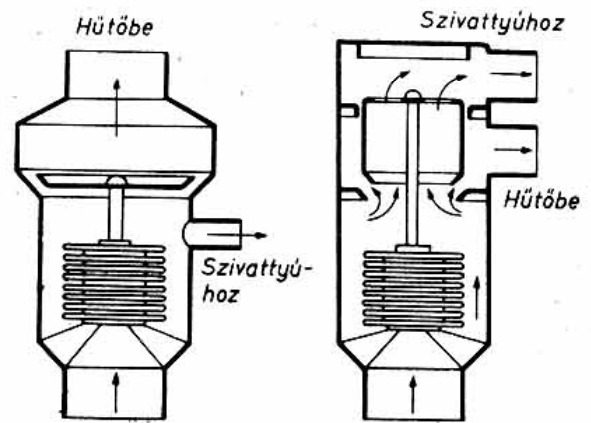


b)

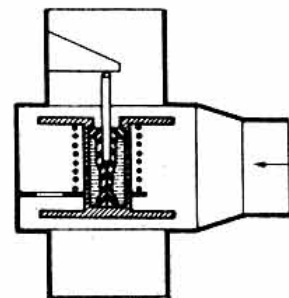
196. ábra



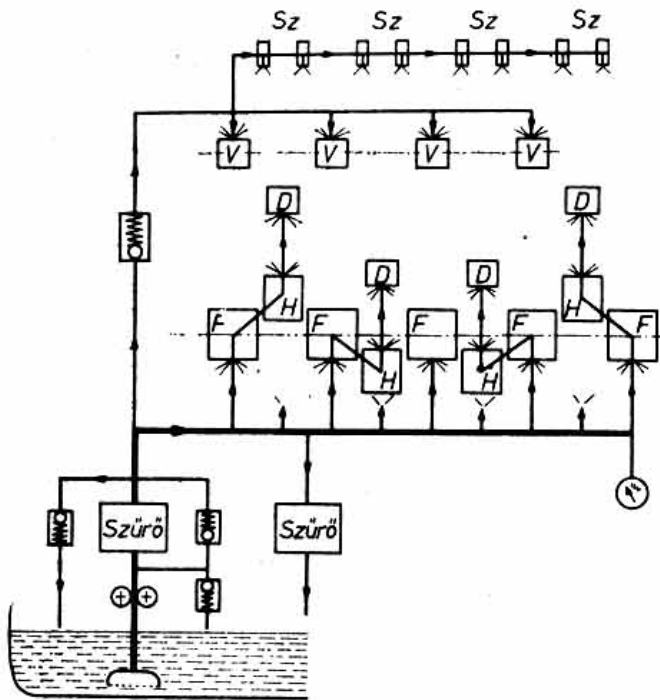
198. ábra



199. ábra



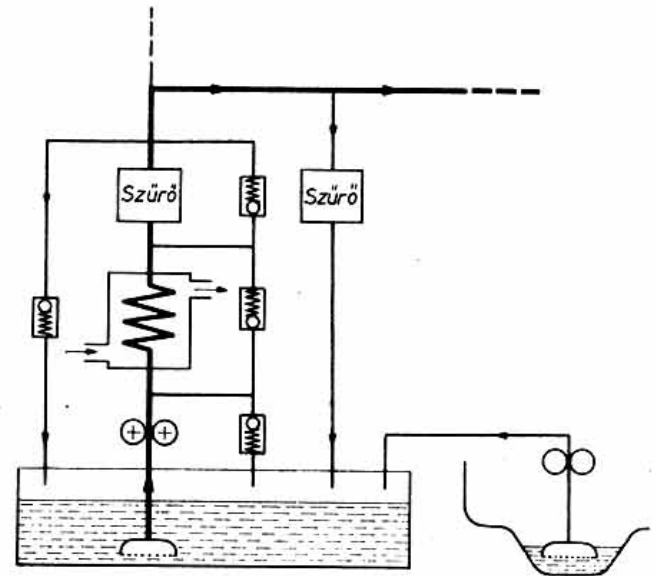
200. ábra



201. ábra

jában lényegében minden helyre eljut. Ez az olajozás inkább csak a görgőcsapágyak igényeinek felel meg. Egyes esetekben az olajat nem a benzínbe keverik, hanem a szívócsőbe porlasztják, amivel bizonyos olajfogyasztás-csökkenés jár.

Csúszócsapágyaknál szintén van egy egyszerű olajozási mód, a *merítő- (szóró-) olajozás*. Itt a hajtókar alsó vége kanalazza fel az olajat. Az olaj egy része a dinamikus hatások eredményeképpen a hajtókarban levő furaton feljut a dugattyúcsapszegig, másik része szétfröcskölődik. A legtöbb motorkonstrukcióban azonban sok olyan kenést igénylő alkatrész van, ahová a szóróolajozás semmiképpen nem tud olajat jut-



202. ábra

tatni. Ezért a merítőolajozást kiegészítették kényszer- (nyomó-)olajozással. Ma már inkább csak a tiszta nyomóolajozást alkalmazzák.

A 201. ábra mutatja a nyomóolajozás általános elrendezését. Természetesen az olajcsatornák és vezetékek hálózata motortípustól függően nagyon különböző lehet. Az olajtáplálást egy (néha több) fogaskerékszivattyú végzi. A főáramkörbe csak durva szűrőt lehet beiktatni, azt is át kell hidalni egy biztonsági szeleppel. Nagyobb teljesítményű motoron szükség lehet az olaj hűtésére (202. ábra). Itt ún. „száraz teknő”-t láthatunk, az olaj egy külön tartályba gyűlik össze. Ezt főleg terepjáró gépkocsiknál alkalmazzák.