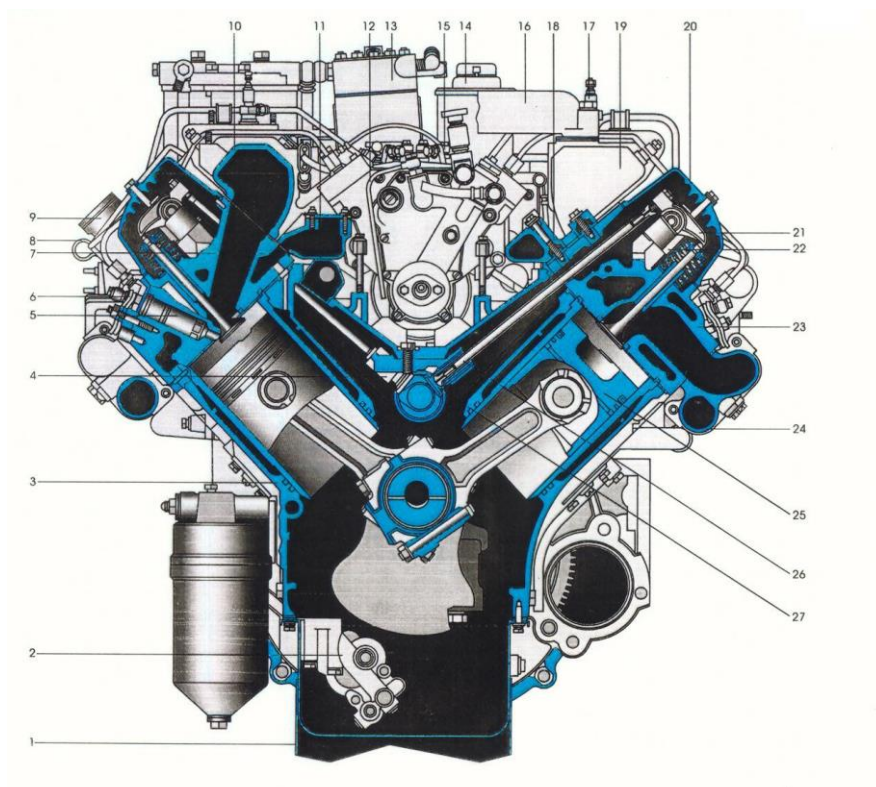


JÁRMŰTECHNIKAI ALAPISMERETEK

Felzárkóztató tananyag gépészmérnök, mechatronikai mérnök, mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök szakterületen tanulmányokat folytató hallgatók részére



Dr. Molnár Tamás Géza
Pappné Dr. Sziládi Katalin
SZTE MK Műszaki Intézet

2019



EFOP-3.4.3-16-2016-00014



Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.
Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Dr. Molnár Tamás Géza: 1-9 fejezet
Pappné Dr. Sziládi Katalin: 10 fejezet

A jegyzetet lektorálta Dr. Farkas Ferenc PhD
ISBN szám: 978-963-306-666-9



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tartalomjegyzék

Bevezetés és célmeghatározás.....	4
1. Belsőégésű motorok.....	7
1.1 Belsőégésű motorok fogalma és típusai	7
1.2 Négyütemű Otto-motor működése	8
1.3. Négyütemű dízelmotor működése.....	11
1.4 Belsőégésű motorok működése, típusai, fő jellemzői	12
1.5. Kétütemű Ottó-motor működése	13
1.6 Kétütemű dízelmotor működése.....	15
1.7 Belsőégésű motorok jellemzői	16
1.7.1 Négyütemű dízelmotor és benzinmotor indikátordiagramja	17
1.8 Belsőégésű motorok jelleggörbéi	20
2. A motorok szerkezeti felépítése.....	20
2.1. Hengerfej feladata és kialakítása	20
2.1.1. Az Otto-motorok hengerfej-megoldásai.....	21
2.1.2 A hengerfej technológiai kialakításai	23
2.1.3 A hengerfej tömítése	23
2.1.4. A dízelmotorok hengerfej megoldásai	23
2.2. Henger vagy hengertömb	29
2.2.1. Hengerperselyek.....	30
2.2.2. Hengerelrendezési módok	31
3. A forgattyús hajtómű szerkezete	31
3.1 Dugattyú.....	31
3.1.1 Dugattyúgyűrűk.....	33
3.1.2 Dugattyúcsap.....	34
3.1.3 Hajtórúd.....	35
3.1.4 A hajtórúd csapágyazása	35
3.1.5 Hajtórúdcsavarok	36
3.2 Forgattyústengely	36
3.3 Ellensúlyok.....	37
3.4 A lendkerék feladata és kialakítása	37
4. Szelepvezérlési rendszerek	37
4.1 A négyütemű motorok vezérlése.....	38
4.1.1 Állószelepes vezérlés (SV).....	38
4.1.2 Függőszelepes vezérlés	39
4.2 Szelep és tartozékai	40
5. Belsőégésű motorok tüzelőanyag- és levegőellátása	40
5.1 Belsőégésű motorok tüzelőanyagai	40
5.1.1 Dízelmotorok tüzelőanyagai	40
5.1.2 Otto-motor tüzelőanyagai.....	40

5.2 Dízelmotorok tüzelőanyag-ellátó rendszerének felépítése.....	41
5.2.1 Szabad ellendugattyús változó löketű adagolószivattyú	44
5.2.2 A közös nyomócsöves (common-rail) befecskendező rendszer	45
5.3 Otto-motorok tüzelőanyagellátása.....	46
5.3.1 Karburátoros tüzelőanyag-ellátó rendszer.....	46
5.3.2 Benzinbefecskendezés.....	49
5.4 Belsőégésű motorok levegőellátása	49
5.4.1 Légszűrők	49
5.4.2 Feltöltők	50
6. A belsőégésű motorok hűtése	53
6.1. Léghűtés	53
6.2 Folyadékűtés.....	54
7. Belsőégésű motorok kenése	56
7.1 A kenés funkciói.....	56
7.2 Kenési rendszerek és megválasztásuk.....	56
8. A belsőégésű motorok elektromos berendezései.....	60
8.1. Elektromos áramforrások	60
8.1.1 Az akkumulátor	60
8.2 A generátor.....	62
8.3 Motorok indítása	63
8.3.1 Elektromos indítómotorok.....	63
8.3.2 Dízelmotorok hidegindítása	64
8.4 A gyújtóberendezések felépítése	65
8.4.1. Gyújtótranszformátor	65
8.4.2 Gyújtóelosztó, gyújtásvezérlés.....	66
8.4.3 Gyújtógyertyák.....	67
8.4.4 Hagyományos akkumulátoros gyújtás	67
9. A traktorok erőátviteli rendszere	69
9.1. A tengelykapcsoló	69
9.2. Sebességváltómű	71
9.3. Kiegyenlítőmű és véglehajtás.....	73
9.4. Teljesítmény-leadó tengely	75
9.5 Traktor és munkagép kapcsolata	76
9.5.1 Függesztés	76
9.5.2 Hidraulikus emelőberendezés	76
10. Gyakorlati mintapéldák.....	79
11. Ellenőrző kérdések	84
12. Felhasznált Irodalom	86
13. Ábrajegyzék	87

Bevezetés és célmeghatározás

A gépészmérnöki képzés során megjelent szakirányú tantárgyak sikeres teljesítéshez nagy segítséget nyújt a jármű-technikai alapismeretek felzárkóztató tananyag (gyakorló jegyzet). Tapasztalataink szerint az egyetemi képzésbe érkező hallgatók meglehetősen hiányos ismeretekkel érkeznek a középiskolából, főleg a szakirányos tantárgyak esetében a gimnáziumból érkezett hallgatók nagy hátránnyal rendelkeznek. Fontosnak tartjuk, hogy azt a szükséges ismeretanyagot, amire az egyetemi oktatás épül, a hallgatók számára biztosítsuk ezen felzárkóztató tananyag formájában. A tananyag segítséget nyújt az alapvető műszaki gondolkodásmód kialakításához. Segítségével a hallgatók egy olyan tudásbázist szereznek meg, ami jelentősen megkönnyítheti a további tanulmányaikat. A jegyzet megírásakor a tanulási eredmény alapú szemlélet szem előtt tartására törekedtünk. Jelen jegyzet elsajátítása után a hallgató a következő tanulási eredményekkel fog rendelkezni, az előírt szakmai kompetenciáknak, kompetencia-elemeknek tudás, képesség, attitűd, autonómiája és felelőssége melyhez a tantárgy jellemzően hozzájárul.

tudása

- Alkalmazói szinten ismeri a gépészetben használatos mérési eljárásokat, azok eszközeit, műszereit, mérőberendezéseit.
- Átfogóan ismeri az alkalmazott munka- és erőgépek, gépészeti berendezések, eszközök működési elveit, szerkezeti egységeit.
- Értelmezni, jellemezni és modellezni tudja a gépészeti rendszerek szerkezeti egységeinek, elemeinek felépítését, működését, az alkalmazott rendszerelemek kialakítását és kapcsolatát

képességei

- Képes irányítani és ellenőrizni a szaktechnológiai gyártási folyamatokat,
- Képes a gépészeti meghibásodások diagnosztizálására, az elhárítási műveletek kiválasztására, javítástechnológiai feladatok megoldására.
- Képes rutin szakmai problémák azonosítására, azok megoldásához szükséges elvi és gyakorlati háttér feltárására, megfogalmazására és (standard műveletek gyakorlati alkalmazásával) megoldására.

attitűd

- Törekszik arra, hogy feladatainak megoldása, vezetési döntései az irányított munkatársak véleményének megismerésével, lehetőleg együttműködésben történjen.
- Munkája során a vonatkozó biztonsági, egészségvédelmi, környezetvédelmi, illetve a minőségbiztosítási és ellenőrzési követelményrendszereket betartja és betartatja.
- Törekszik arra, hogy önképzése a gépészmérnöki szakterületen folyamatos és szakmai céljaival megegyező legyen.

autonómiája és felelőssége

- Váratlan döntési helyzetekben is önállóan végzi az átfogó, megalapozó szakmai kérdések végig gondolását és adott források alapján történő kidolgozását.

- Felelősséget vállal műszaki elemzései, azok alapján megfogalmazott javaslatai és megszülető döntései következményeiért.
- Feltárja az alkalmazott technológiák hiányosságait, a folyamatok kockázatait és kezdeményezi az ezeket csökkentő intézkedések megtételét.

A tantárggyal kialakítandó konkrét tanulási eredmények: tudás, képesség, attitűd, autonómia felelősség.

Tudás	Képesség	Attitűd	Autonómia-felelősség
Ismeri az Otto- és Diesel-motorok tüzelőanyag-ellátó rendszerének általános felépítését, működését karbantartását, beállítási és üzemeltetési szempontjait.	Képes a belsőégésű motorok üzemanyag-ellátó rendszereinek üzemeltetésére, beállítására, használatára gyakorlati körülmények között.	Nyitott az üzemanyag-ellátás, mint műszaki szakterületet megalapozó általános és innovációt szolgáló ismeretekre.	Önállóan tervezi meg és irányítja a belsőégésű motorok üzemanyag-ellátó rendszereinek hatékony üzemeltetését és használatát termelői tevékenységben.
Ismeri a kétütemű és négyütemű motorok esetében kenési és hűtési rendszereket, ezek karbantartását és üzemeltetését, illetve gyakorlati munkafogásait.	Képes a helyes kenőanyagok megválasztására adott motorkonstrukciók esetében, illetve a hűtési rendszerek (folyadékhűtés, léghűtés) esetében képes az üzemeltetési és karbantartási rendszerek kidolgozására.	Kezdeményezi a korszerű hűtő és kenőanyagok alkalmazását gyártói ajánlások, üzemeltetési, gazdaságossági szempontokat előtérbe helyezésével.	Felelősséget vállal az általa használt és a karbantartási rendszerekbe beépített hűtő és kenőanyagokra, gondoskodik a kárelhárítás mihamarabbi elvégzéséről, annak feltárásáról és kijavításáról

Ismeri a gépjárművek, mezőgazdasági erőgépek erőátviteli rendszereit (tengelykapcsolók, nyomatékváltók, osztóművek, kardánok, differenciálművek, végrehajtások, teljesítményleadó tengelyek), tisztában van azok üzemeltetési, beállítási, karbantartási feladataival, illetve a gyakorlati munkafogásaival.	Szakszerűen használja a megszerzett erőátviteli ismereteket, elemeket és módszereket gazdasági, termelői környezetben egyaránt, kiemelten a karbantartás és üzemeltetés szempontjából.	Rugalmas a felmerült erőátviteli rendszerek üzemeltetése, mint szakterület során felmerült problémák megoldására.	Önálló javaslatokat fogalmaz meg az erőátviteli rendszerek karbantartása során felhasznált alkatrészekről, anyagokról és felújítási technológiákról.
Ismeri a járművekre ható erők, menetellenállások, menetdinamikai paramétereit és összefüggéseit, a szakterület műszaki folyamatainak szervezési és üzemeltetési eljárásait.	Menedzseli a gépjárművek és mezőgazdasági erőgépek karbantartását és szervizelését.	Törekszik arra, hogy a nagy értékű gépjárművek és mezőgazdasági erőgépek szervizháttéré, mind szakmai és humán erőforrás oldaláról biztosított legyen.	Kreatívan a szakterület műszaki folyamatainak szervezési és üzemeltetési eljárásairól.
Ismeri a gépjárművek és mezőgazdasági erőgépek járószerkezeit, jellemzőit, felépítését, beállítását, karbantartását, illetve részletesen ismeri járművek fékezési elméletét, fékrendszereket, alapfogalmak, hatósági előírásokat.	Konfliktust kezel az esetleges felmerült műszaki problémák megoldására, illetve ezek számának a csökkentésére törekszik.	Elkötelezett a gépjárművek és mezőgazdasági erőgépek (járószerkezetek, fékrendszerek) üzemeltetési paramétereinek ellenőrzése, illetve a gazdaságossági jellemzők iránt a hatályos hatósági előírások figyelembevételével.	Másokkal együttműködve végzi feladatát egy adott gazdaság szereplőnél, minél hatékonyabb és gazdaságosabb és biztonságosabb üzemeltetés érdekében.

A felzárkóztató tananyag segítségével remélhetőleg a hallgatók sikeresen tudják venni a felmerült akadályokat, és kihívásokat, illetve nagymértékben segíti a tájékozottságukat a jármű-technikai területeken.

1. Belsőégésű motorok

1.1 Belsőégésű motorok fogalma és típusai

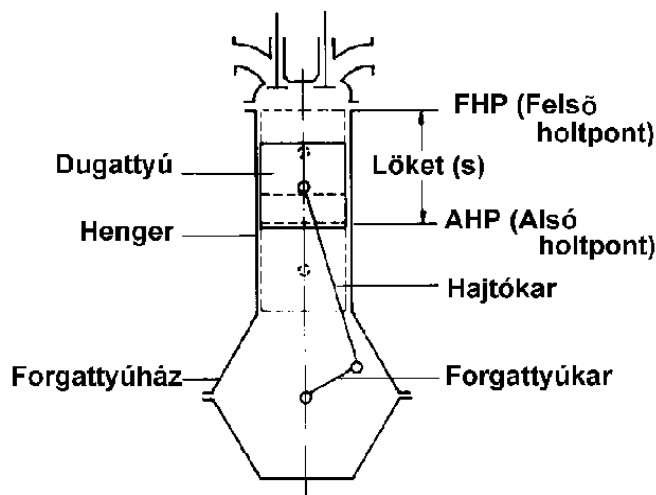
A belsőégésű motorok a hőerőgépek csoportjába tartoznak, azaz a tüzelőanyagban megkötött *kémiai energia* előbb *hővé*, majd *mechanikai energiává* alakul. A hőnek mechanikai energiává való átalakítása úgynevezett termodinamikai körfolyamatok segítségével történik. Az energiaátalakítás tehát két lépcsőben valósul meg:

kémiai energia -----> *hő* -----> *mozgási energia*

A *belsőégésű* elnevezés arra utal, hogy az energiaátalakulás első lépcsője, tehát az égés is magában a motorban történik, szemben az úgynevezett *külsőégésű* hőerőgépekkel (pl. a régebben használatos gőzgép), ahol a két lépés nem egy helyen valósul meg. A belsőégésű motorokat többféle szempont szerint lehet csoportosítani:

a) Szerkezeti kialakítás szerint az alábbi fajtái vannak a belsőégésű motoroknak:

- dugattyús (lökődugattyús) motorok;
- bolygódugattyús motorok (Wankel-motorok);
- gázturbinák.



1. ábra Dugattyús motorok felépítése

A dugattyús motorok (1. ábra) ahol dugattyú egyenes vonalú mozgását egy forgattyús hajtómű alakítja forgó mozgássá. A dugattyú egy hengerben alternáló mozgást végez az alsó holtpont (AHP) és a felső holtpont (FHP) között. Ily módon állandóan változik a dugattyú fölötti munkatér térfogata. Lökethossz nevezzük a dugattyúnak egyik holtpontból a másikba történő mozgását. A két holtpont távolsága a *lökethossz* (s), míg a két holtpont közötti hengertérfogat a *lökettérfogat* (V_l). A munkatér felülről a *hengerfej* zárja. A munkatér felső holtpont feletti részének térfogata a *kompressziótérfogat* (V_k).

b) Működési elv szerint a dugattyús motorok alábbi két típusa létezik:

- szikragyújtású motorok (benzinmotorok)
- kompressziógyújtású dízelmotorok.

Otto-motoroknál a tüzelőanyag a munkatérén kívül összekeveredik a levegővel (*külső keverékképzés*), majd a keverék a munkatérbe jut, ahol a dugattyú a felső holtpont felé mozogva összesűríti azt, s a sűrítés végén egy elektromos szikra gyújtja meg a keveréket.

Dízelmotoroknál a munkatérbe először tiszta levegő kerül, ezt a dugattyú összesűríti, majd a sűrítés végén juttatják be a tüzelőanyagot a munkatérbe, s ekkor keveredik össze a tüzelőanyag a levegővel (*belső keverékképzés*). A bejutott tüzelőanyag a nagy nyomás és hőmérséklet hatására *öngyulladás* következtében ég el.

c) Működési mód szerint vannak:

- négyütemű és kétütemű dugattyús motorok.

A dugattyús belsőégésű motorok egy teljes munkaciklusa alatt lejátszódó ütemek:

1. Szívás: ennek során a motorba bekerül a levegő (dízelmotoroknál) illetve a tüzelőanyag-levegő keveréke (Otto motoroknál).

2. Sűrítés (kompresszió): a bekerült levegőt illetve keveréket a dugattyú összenyomja.

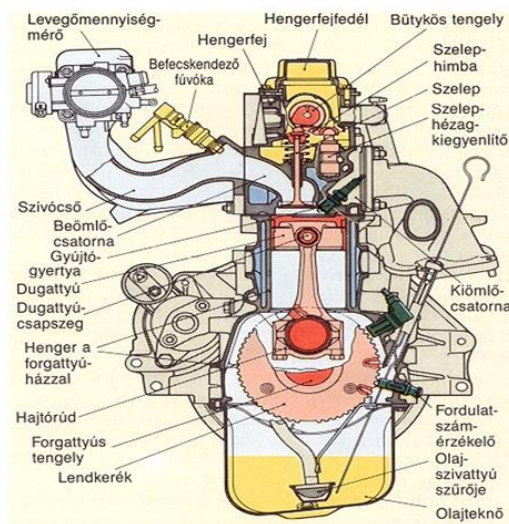
3. Terjeszkedés (munkavégzés): a sűrítés végén meggyulladó tüzelőanyag elégeése következtében létrejövő nagy nyomás erőt fejt ki a dugattyúra, s elmozdítva azt munkát végez.

4. Kipufogás: az égéstermékek eltávoznak a munkatérből.

A fenti munkafolyamatot a négyütemű motorok a dugattyú négy lökete (azaz a forgattyútengely két fordulata) alatt, míg a kétütemű motorok két *lökét* (egy forgattyútengely fordulat) alatt végzik.

1.2 Négyütemű Otto-motor működése

A négyütemű Otto-motorokat (2. ábra) ma általában személygépkocsik hajtására használják, de a század elején a traktorok erőforrásaként is általános volt. A dízelmotorok fejlődése azonban a század 20-as éveitől kezdve lassan, majd a második világháborút követően rohamosan kiszorította a szikragyújtású motorokat a mezőgazdasági erőgépek területéről. A négyütemű Otto-motor ütemei megegyeznek a négyütemű dízelmotor ütemeivel, de a működésben néhány fontos különbség van.



2. ábra Négyütemű Otto-motor szerkezeti felépítése

Felépítésében a dízelmotorhoz képest elvi különbség van, hogy a hengerfejben nincs szükség porlasztó beépítésére, hiszen a külső keverékképzés miatt a tüzelőanyag a levegővel keveredve a szívószelepen keresztül jut a munkatérbe, be van építve viszont a hengerfejbe egy elektromos gyújtógyertya, ami a keverék meggyújtásához szükséges szikrát leadja (3. ábra).

1. ütem: szívás

A dugattyú a felső holtpontból az alsó felé mozog, s a nyitott szívószelepen keresztül benzin-levegő keverék áramlik a hengerbe. A szívószelep még a felső holtpont előtt kinyílik, és az alsó holtpont után $40-55^\circ$ -kal záródik.

2. ütem: sűrítés

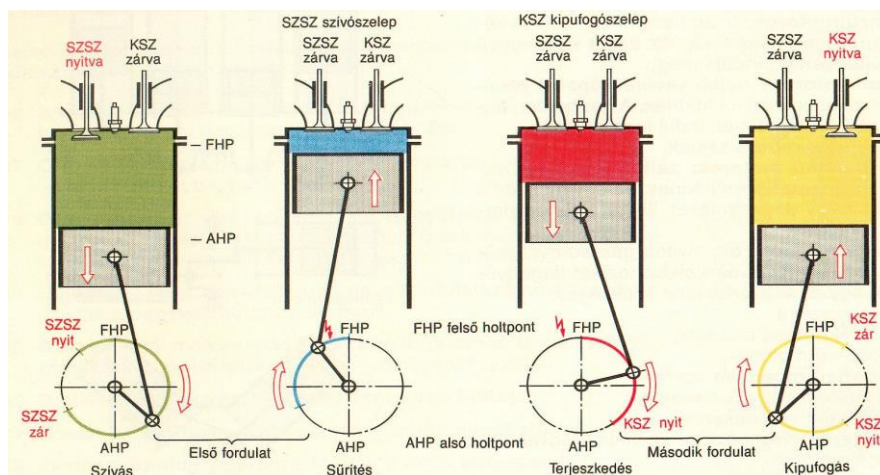
A bejutott tüzelőanyag-levegő keveréket a dugattyú összenyomja. Itt nem lehet olyan mértékben sűríteni a keveréket, mint a dízelmotoroknál a levegőt, mivel nagy sűrítési viszony esetén öngyulladásos égés következhetne be idő előtt (kopogásos égés). Ezért a sűrítési viszony alacsonyabb, 7-11 közé esik, azaz a beszívott keveréket $1/7-1/11$ részére nyomja össze a dugattyú. A sűrítési ütem végén, a felső holtpont elérése előtt $5...30^\circ$ -kal a gyújtógyertya szikrája meggyújtja a keveréket. *Előgyújtásra* van szükség, azaz a gyújtógyertya már a dugattyú felső holtponthelyzete előtt szikrázik, ugyanis az egy pontból kiinduló égés szétterjedéséhez időre van szükség.

3. ütem: terjeszkedés

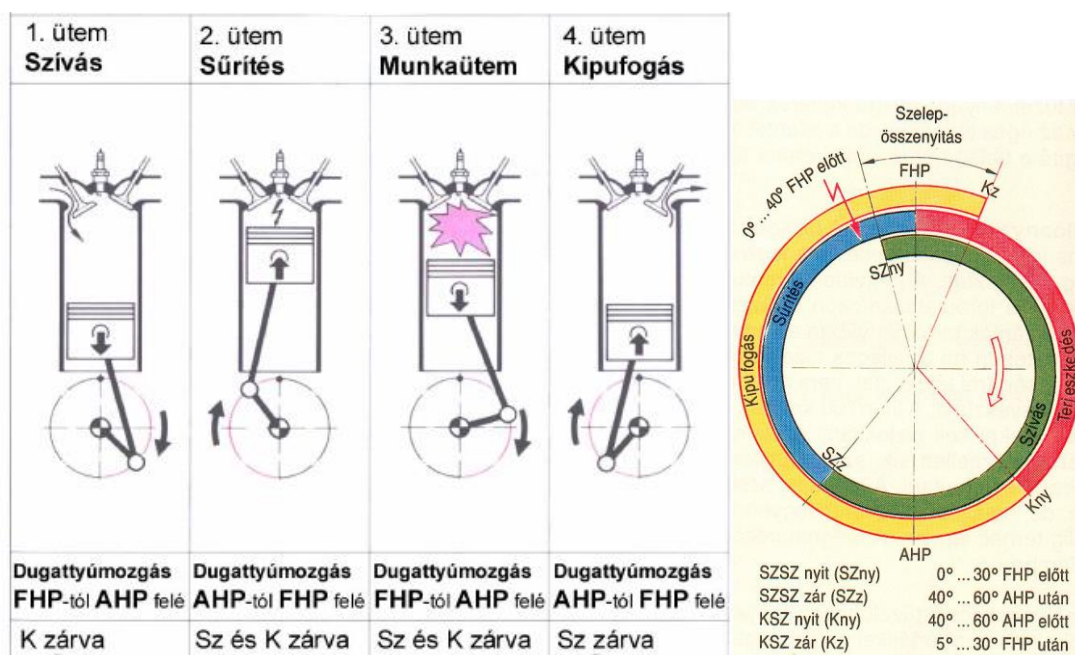
Az égés következtében létrejött nagy nyomás az alsó holtpont irányába mozdtítja el a dugattyút, amely a hajtórúd segítségével a forgattyús tengelyt forgó mozgásra kényszeríti. Az alsó holtpont elérése előtt $40...60^\circ$ -kal nyílik a kipufogószelep (4. ábra)

4. ütem: kipufogás

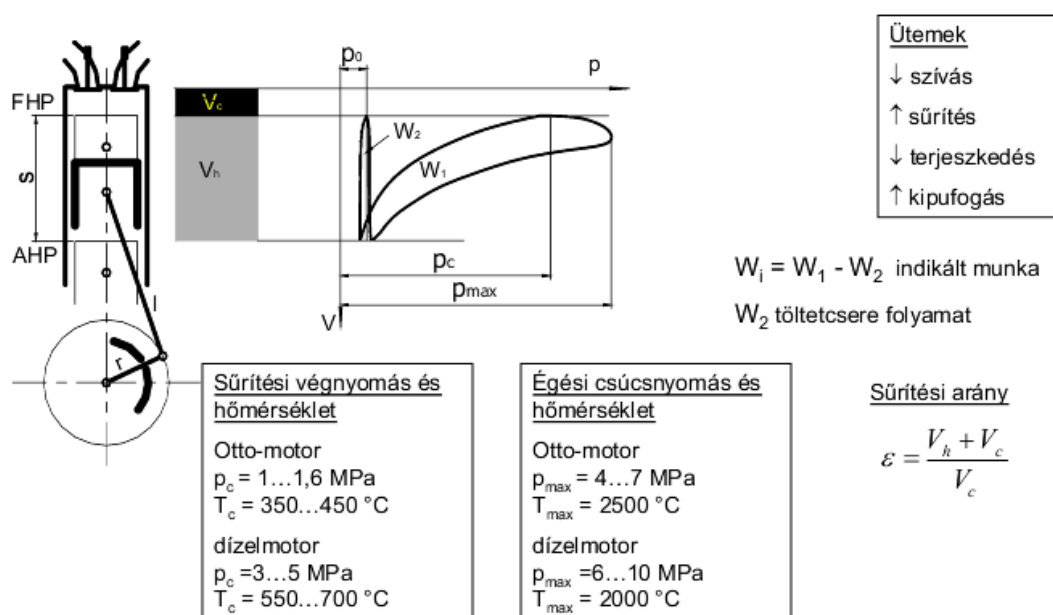
A felfelé mozgó dugattyú a nyitott kipufogószelepen keresztül kitolja az égéstermékeket. Az ütem végénél és az újabb szívóütem kezdeténél szelepegybenyitás van a jobb átöblítés végett: a szívószelep a dugattyú felső holtponthelyzete előtt $5-15^\circ$ -kal nyílik, a kipufogószelep pedig a felső holtponthelyzet után $5-20^\circ$ -kal zár (5. ábra).



3. ábra Négyütemű Ottó motor működése



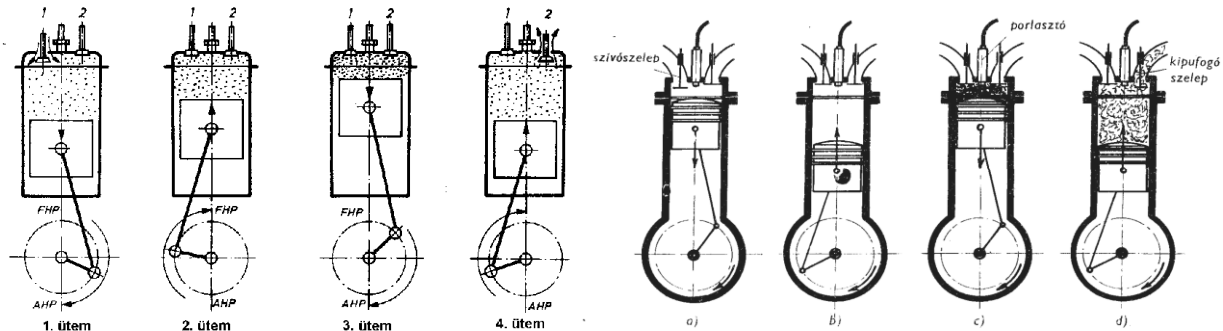
4. ábra Négyütemű Ottó motor működése és vezérlési diagramja



5. ábra Négyütemű Ottó motor működési paramétere

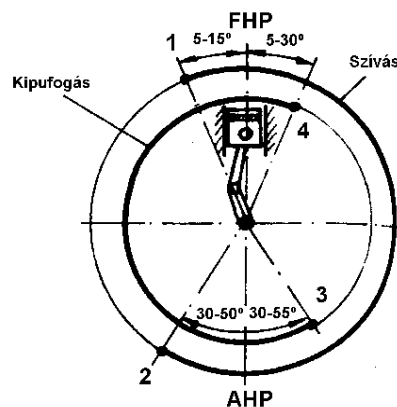
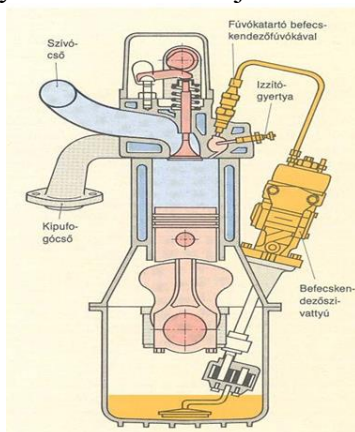
1.3. Négyütemű dízelmotor működése

A négyütemű dízelmotorok működése a (6. ábra) következő: a levegő beáramlását a szívószelep, illetve a kipufogógáz kiáramlását kipufogó szelepek vezérlik, a tüzelőanyag a *porlasztón* keresztül kerül az égéstérbe.



6. ábra Négyütemű dízelmotor működése

A szelepek nyitását-zárását *szelepvezérlési rendszer* végzi, s a forgattyús tengely elfordulási helyzetének függvényében ábrázolva a szelepvezérlési kördiagramot kapjuk, ami jól szemlélteti a folyamatok időbeli lejátszódását (7. ábra).



7. ábra Négyütemű dízelmotor szerkezeti felépítése és vezérlési diagramja

1. ütem: szívás

Az első ütemben a dugattyú a felső holtpontból az alsó holtpontba mozog, s ezáltal nő a munkatér térfogata. A nyitott szívószelepen keresztül beáramlik a tiszta levegő a hengerbe. A beszívott levegő tehetetlensége folytán még akkor is folytatja a beáramlást, amikor a dugattyú az alsó holtpont elérése után elindul fölfelé. Emiatt a henger jobb feltöltése érdekében a szívószelep csak az alsó holtpont után 30-50°-kal záródik.

2. ütem: sűrítés

A szívószelep zárása után a felső holtpontba tartó dugattyú a beszívott levegőt összesűríti, miközben mindkét szelep zárva van. Az összesűrités mértékét a munkatér legnagyobb térfogatának (lökettérfogat + kompressziótérfogat) és legkisebb térfogatának (kompressziótérfogat) aránya, az úgynevezett *sűrítési viszony* (E) mutatja:

$$E = \frac{V_l + V_k}{V_k}$$

Szegedi Tudományegyetem

Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.

www.u-szeged.hu

www.szechenyi2020.hu

Dízelmotornál a sűrítési viszony vagy más néven kompresszióviszony értéke 14-22 közötti, tehát a dugattyú a bekerült levegőt 1/14-1/22 részére nyomja össze. A sűrítési ütem végére a levegő nyomása 30-45 bar-ra, hőmérséklete 600-700 °C-ra növekszik a munkatérben. Ebbe a nagynyomású, magas hőmérsékletű levegőbe kezdődik meg a tüzelőanyag finom cseppekben történő beporlasztása a porlasztó által a felső holtpont elérése előtt 10-30°-kal. A beporlasztás vagy más néven befecskendezés időtartama függ a bejutó tüzelőanyag-adag nagyságától, amit viszont a motor pillanatnyi teljesítményszükséglete határoz meg. A dízelmotorok teljesítményét a bejuttatott gázolajmennyiséggel szabályozzuk.

A beporlasztott tüzelőanyag a levegővel elkeveredve és felmelegedve meggyullad. A befecskendezés kezdetétől az öngyulladásig eltelt időszakot gyulladási késedelemnek nevezzük, aminek nagysága kb. 0,001 másodperc. Ez az idő szükséges a megfelelő keveredéshez és a beporlasztott tüzelőanyag gyulladási hőfokra történő felmelegedéséhez.

3. ütem: Terjeszkedés

Az égés következtében felszabaduló hő megnöveli az égéstérben a hőmérsékletet és a nyomást, s az égésgáz nagy erővel lefelé nyomja a dugattyút, amely a hajtórúd segítségével a forgattyús tengelyt forgó mozgásra kényszeríti. A szelepek zárva vannak, s a térfogatnövekedés következtében a munkatérben a nyomás és a hőmérséklet fokozatosan csökken. Mielőtt a dugattyú elérné az alsó holtpontot (30-55°-kal az alsó holtpont előtt), kinyit a kipufogószelep, amelyen keresztül megkezdődik az égéstermékek kiáramlása. A terjeszkedési ütem az egyetlen hasznos ütem, azaz ez az egyetlen része a körfolyamatnak, amikor a munkatérben lévő gáz mozgatja a dugattyút, s nem pedig a dugattyú végez munkát a gázon (*munkaütem*)

4. ütem: Kipufogás

A dugattyú a felső holtpont felé mozogva eltávolítja az égéstermékeket az előző ütem végén megnyílt kipufogószelepen keresztül. A dugattyú felső holtponthelyzete előtt 5-15°-kal kinyílik a szívószelep, s megkezdődhet a friss levegő beáramlása, s ezzel újraindul a körfolyamat. A kipufogószelep azonban csak a dugattyú felső holtponthelyzete után 5-30°-kal zár, tehát van egy időszak, amikor mindkét szelep egyaránt nyitva van. Ez az úgynevezett *szelepegybenyitás* szakasza, amely elősegíti, hogy a beáramló friss levegő eltávolítsa a maradék kipufogógázokat, ezért ezt a szakaszt *átöblítésnek* is nevezik.

1.4 Belsőégésű motorok működése, típusai, fő jellemzői

Négyütemű Otto-motor

- Szikragyújtású (kényszergyújtású) motorok külső keverékképzés
- mennyiségi szabályozás, $\lambda \sim 1$ (λ - légfesleg tényező)

Négyütemű dízelmotor

- kompresszió gyújtású (öngyulladású) motorok
- belső keverékképzés, minőségi szabályozás, légfesleggel ($\lambda < 1.2-1.3$) működik

A dízelmotorok működésére jellemző, hogy az egy szívási ütem alatt bejutó levegőmennyiség gyakorlatilag állandó, míg a bejutó tüzelőanyag mennyisége üzem közben a teljesítményszükséglettől függően változik.

Ezáltal a munkatérben létrejövő tüzelőanyag-levegő keverék összetétele, azaz a minősége is folyamatosan változik, s ezért a dízelmotorok teljesítményszabályozását minőségi szabályozásnak nevezik. A tüzelőanyag-levegő keverék összetételének jellemzésére használják a légviszony tényezőt (más néven légfelesleg tényezőt). Ez egy viszonyszám, ami a hengerbe ténylegesen bejutott levegőmennyiség és a bekerült tüzelőanyagmennyiség tökéletes elégéséhez szükséges levegőmennyiség hányadosa:

$$\lambda = \frac{L}{L_0}, \text{ ahol}$$

λ a légviszonytényező

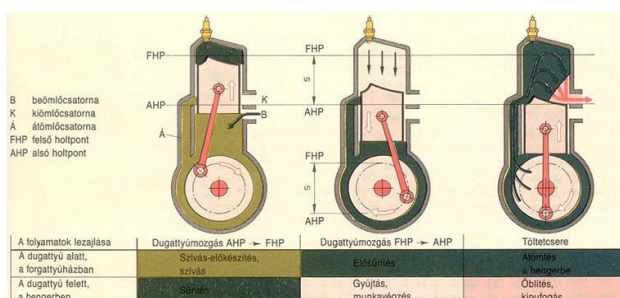
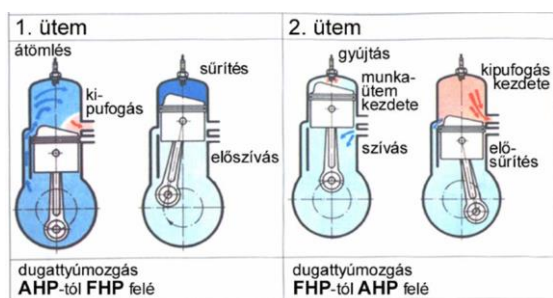
L a beszívott levegő tömege [kg]

L_0 a tüzelőanyag tökéletes elégéséhez szükséges levegő tömege [kg]

Ha $\lambda > 1$, akkor légfeleslegről beszélünk, a dízelmotorok a tökéletesebb égés eléréséhez mindig légfelesleggel üzemelnek. Maximális tüzelőanyag adagolásnál a λ értéke legalább 1,2-1,3, részterhelésnél pedig ennél nagyobb a légfelesleg.

1.5. Kétütemű Ottó-motor működése

A kétütemű motorok működésének lényege, hogy a teljes munkafolyamat két ütem, azaz egy teljes főtengelyfordulat alatt zajlik le. Tulajdonképpen csak sűrítési és terjeszkedési ütemről beszélhetünk, azért a szívást és kipufogást is el kell végezni. Ez a terjeszkedési és a sűrítési ütem között, az alsó holtpont körül a forgattyútengelynek kb. 100-130° szögelfordulása alatt megy végbe.



8. ábra Kétütemű Ottó-motor működési elve

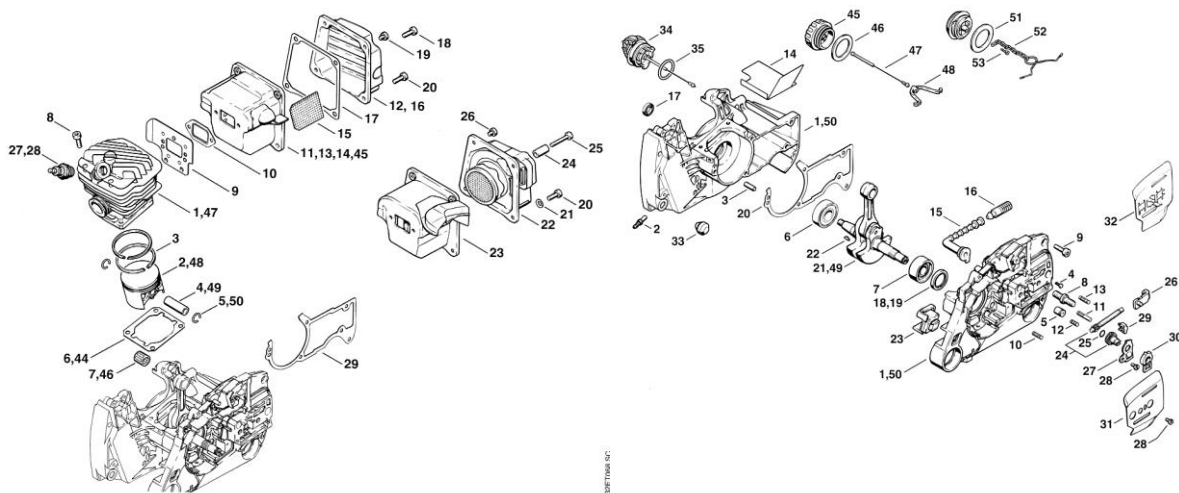
A kétütemű motor vázlatos rajza és működése a 8. ábrán látható. A motoron nincsenek szelepek, a keverék be- és kiáramlása a henger falán levő réseken vagy csatornákon keresztül folyik. A réseket maga a dugattyú nyitja és zárja, méghozzá felső élével a kipufogó- és az átömlő-, alsó élével pedig a szívónyílást. A munkafolyamatban a forgattyúház is részt vesz, a motor oda szívja be a friss keveréket, ott elősűríti, és utána nyomja át a hengertérbe.

1. ütemben

A dugattyú az alsó holtpontból felfelé halad, elzárja az átömlő-, majd a kipufogónyílást és a hengerben levő keveréket összesűríti. A löket vége felé alsó élével szabaddá teszi a szívónyílást és a forgattyúházban létesült légritkítás hatására a karburátoron keresztül keveréket szív be.

2.ütemben

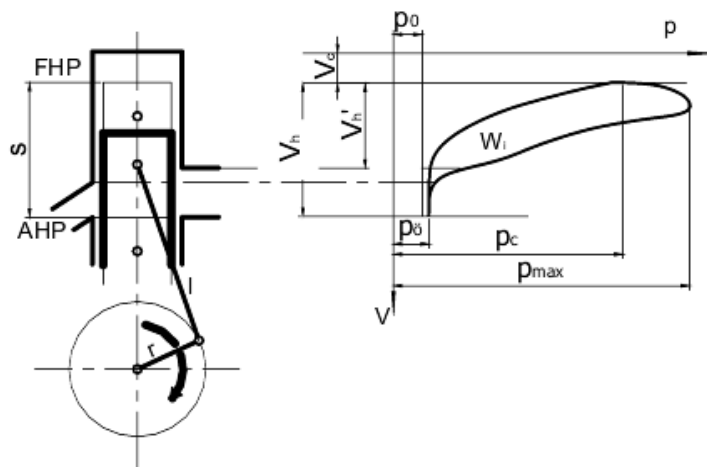
A dugattyú felső holtponthoz eljutott elektromos szikra meggyújtja a keveréket, a gázok hőmérséklete és nyomása megnő, kiterjeszkednek és lefelé tolják a dugattyút. Minthogy ekkor a dugattyú a forgattyúház terét kisebbsíti, az előzőleg beszívott keveréket elősűríti. Az elősűrítésre azért van szükség, hogy később a keverék átáramlása a felső térbe nyomás alatt gyorsan menjen végbe. A dugattyú közben továbbhalad lefelé és a löket alsó részében szabaddá teszi előbb a kipufogó-, majd az átömlő-csatornát. Az égés-termékek így a szabadba kerülnek, a friss keverék pedig átáramlik a dugattyú fölötti hengertérbe. A kipufogás és az átömlés mindaddig tart, amíg a dugattyú újból felfelé haladva el nem zárja előbb az átömlő-, majd a kipufogónyílást. A hengertér öblítését elősegíti a dugattyún kialakított terelőgát vagy orr. Ez az átáramló friss keveréket felé irányítja, majd amikor az elérte a hengerfejet, megfordul és maga előtt tolja az égéstermégeket a szabadba a kipufogó-csatornán keresztül. Elkerülhetetlen azonban, hogy a beömlő, friss keveréknek egy része ne jusson ki elégetlenül. Ezért az ilyen motorok fajlagos fogyasztása nagyobb, mint a négyütemű Otto-motoroké. Az ilyen motorokat forgattyúház-szivattyús vagy karterkompressziós kétütemű motoroknak is hívják (9. ábra).



9. ábra STIHL motorfűrész szerkezeti felépítése és forgattyús hajtóműve

1.5.1 A kétütemű Otto-motor valóságos indikátordiagramja

A kétütemű Otto-motor valóságos indikátordiagramja lényegesen egyszerűbb, mint a négyüteműé. A diagram csak a dugattyú felett levő hengertér nyomásváltozását (10. ábra) mutatja. A terjeszkedés végén, amikor a kipufogó- és az átömlő nyílások kinyílnak, a nyomás leesik, de nem az atmoszféra alá.



Ütemek

↑ sűrítés
↓ terjeszkedés

geometriai sűrítési arány

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

effektív sűrítési arány

$$\varepsilon' = \frac{V'_h + V_c}{V_c}$$

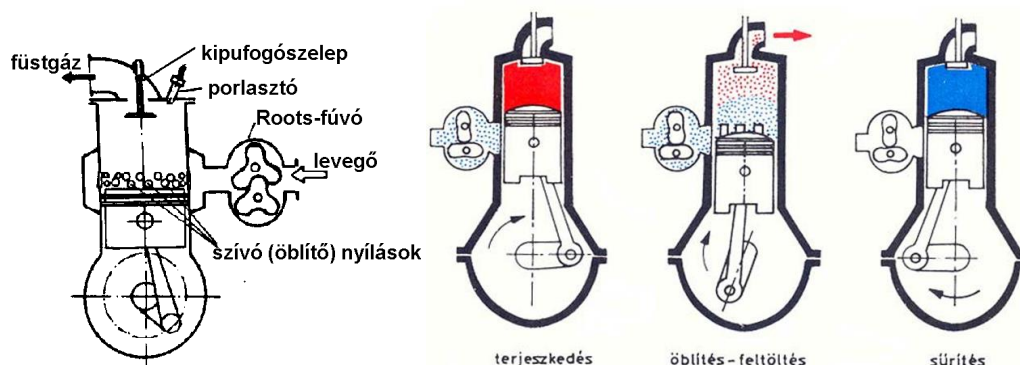
Az öblítőnyomás létrehozása történhet:

- a forgattyúházban (kis benzinmotorok)
- dugattyús, forgólapátos, centrifugális stb. kompresszorok (nagy dízelmotorok)

10. ábra Kétütemű Otto-motor működési paraméterei

1.6 Kétütemű dízelmotor működése

Régebben készítettek a kétütemű Otto-motorhoz hasonló felépítésű, forgattyúházzívású kisteljesítményű kétütemű dízelmotorokat, jelenleg csak feltöltött kétütemű dízelmotorokat gyártanak. A levegő bejuttatását a *feltöltő* végzi, tehát nem a dugattyú szívóhatása révén kerül a hengerbe. A levegő beáramlása nem szelepen keresztül történik, hanem a henger falában kiképzett beömlőnyílásokon. A kipufogógáz távozását szelepen keresztül, vagy pedig a levegő bejutásához hasonlóan a dugattyú mozgása által vezérelt résen keresztül történik, a feltöltő változata, a Roots-fúvó látható az 11. ábrán.



11. ábra Kétütemű dízelmotor szerkezeti felépítése és működése

A motor működése a következő:

1. ütem:

A dugattyú az alsó holtpontból a felső holtpontba mozog. A dugattyú alsó helyzetében szabaddá teszi a levegő-beömlőnyílásokat, s a feltöltő által szállított nagynyomású levegő benyomul a hengerbe, miközben a nyitott kipufogószelepen keresztül az előző ciklus égéstermékeit kinyomja maga előtt. Ez a *beömlés* és *kipufogás* együttes szakasza. A dugattyú felfelé haladtában elzárja a levegőcsatorna beömlő réseit, a kipufogószelep pedig bezár. Ezzel megkezdődik a *sűrités* szakasza, melynek során a dugattyú összepréseli a bekerült friss levegőt. A négyütemű dízelmotorhoz hasonlóan a sűritési szakasz végén, a felső holtpont elérése előtt kb. 15-30 °-kal megtörténik a *befecskendezés*, azaz a tüzelőanyag beporlasztása az égéstérbe, ahol a gyulladási késedelem elteltével öngyulladás következik be.

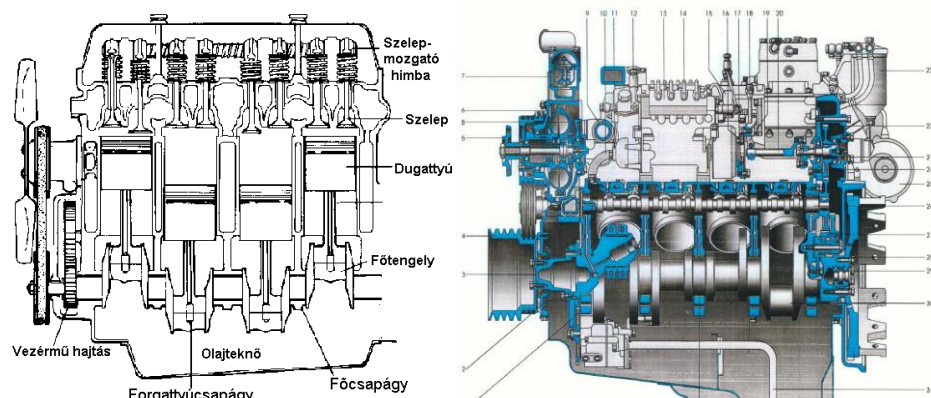
2. ütem:

A dugattyú a felső holtpontból az alsóba mozog. Az égés következtében megnövekedett nyomás lefelé mozgatja a dugattyút, ez a *terjeszkedés* szakasza. Az ütem vége előtt nyílik a kipufogószelep és a dugattyú szabaddá teszi a levegő beömlő réseit, ezzel megkezdődik a *beömlés-kipufogás* együttes szakasza, ami a rákövetkező 1. ütem elején is tart. A kétütemű dízelmotor előnyös tulajdonsága, hogy hatásfoka az összes belsőégésű motor közül a legkedvezőbb. Ennek oka egyrészt a kétütemű működésmód, tehát hogy minden második ütem hasznos munkáütem, másrészt a tökéletes átöblítés. Hátránya a viszonylag bonyolult szerkezet, valamint a nagy mechanikai és hőterhelés miatt szükséges erősebb felépítés. Ezek miatt magas az előállítási költsége, ami elsősorban nagyteljesítményű motoroknál térül meg a jobb hatásfokból adódóan.

1.7 Belsőégésű motorok jellemzői

- Hengerek száma (z)
- Fordulatszám (n)

A motor főtengelyéről adódik át a hajtás egyrészt a motor segédberendezéseire, másrészt a traktor erőátviteli elemeire. Ezért a motor főtengelyének mint elsődleges hajtótengelynek fontos jellemzője a fordulatszám, amit röviden a motor fordulatszámának neveznek (12. ábra)



12. ábra Négyhengeres folyadékhűtéses motor felépítése

Az erőgépekbe beépített négyütemű dízelmotorok névleges (legnagyobb megengedett) fordulatszáma 1500 – 2500 1/min között van. A kisebb nyomásokkal és erővel terhelt Otto-motorok könnyebb felépítésűek, mint a dízelmotorok, s jellemző fordulatszám-tartományuk 3000-6000 1/min, de készülnek 10000 1/min feletti fordulatszámú Otto-motorok is.

- Lökettérfogat (V_l)

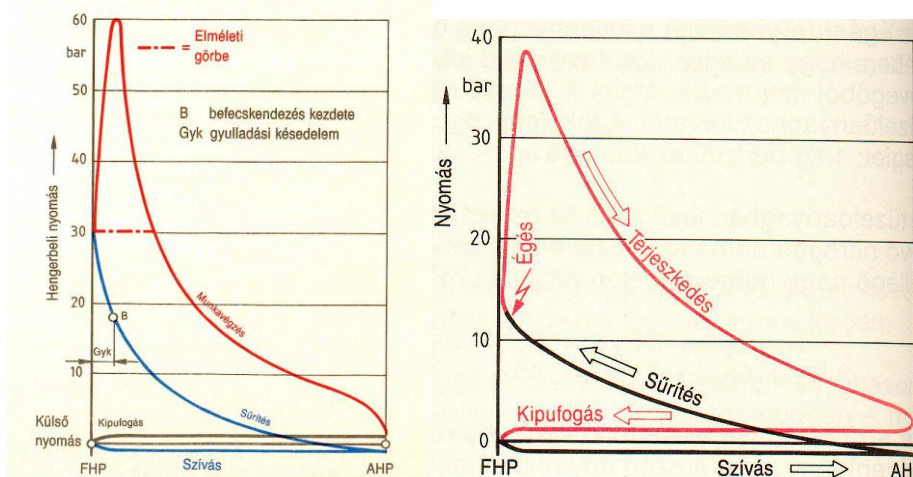
Egy motor lökettérfogata a teljesítmény és a nagyság szempontjából alapvető jellemző. A lökethossz (s) és a hengerfurat átmérőjének (D) ismeretében meghatározható egy henger lökettérfogata, s a motor lökettérfogatának kiszámításához ezt meg kell szorozni a hengerek számával:

$$V_{l(motor)} = V_{l(henger)} \cdot z = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot s \cdot z$$

- Mértékegysége a műszaki gyakorlatban a cm^3 , néha pedig literben adják meg.

1.7.1 Négyütemű dízelmotor és benzinmotor indikátordiagramja

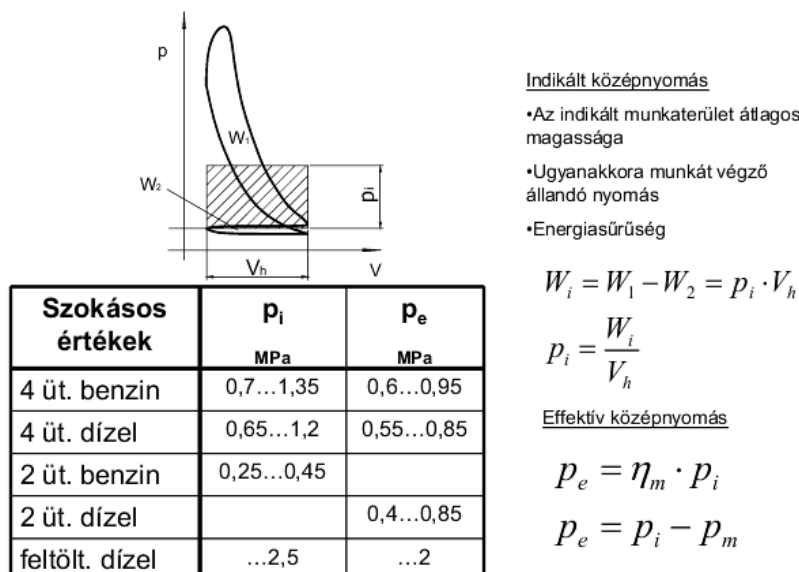
A motorban lejátszódó munkafolyamatokat szemléletesen ábrázolja az indikátordiagram, ami a motor hengerében lejátszódó nyomás alakulását mutatja a térfogatváltozás (illetve a dugattyú helyzete) függvényében. Egy négyütemű dízelmotor indikátordiagramját mutatja a 13. ábra.



13. ábra Négyütemű dízelmotor és benzinmotor indikátordiagramja

A négyütemű dízelmotor indikátor diagramjáról leolvashatóak a következők: A szívás során a dugattyú a felső holtpontból (FHP) az alsó holtpont (AHP) felé mozogva szívóhatást kelt, vagyis a munkatér nyomása az 1 bar külső légköri nyomás alatt van. Sűrítéskor csökken a munkatér térfogata, a levegő nyomása pedig emelkedik. Mivel a sűrítés során a levegő hőmérséklete is emelkedik, ezért a nyomás a felső holtpont felé közelítve egyre meredekebben nő.

A felső holtpont elérése előtt megkezdődik a befecskendezés, majd a gyulladási késedelem elteltével lejátszódik az égés. Az égés során rohamosan nő a munkatérben a nyomás, miközben a dugattyú visszaindul az alsó holtpont felé. A *terjeszkedés* ütemében az égés befejeződése és a térfogat-növekedés miatt egy idő után a nyomás csökkenni kezd. A kipufogó szelep kinyílásával a nyomás még inkább lecsökken, s az alsó holtpontból a felső holtpontba visszatérő dugattyú a *kipufogás* során az égéstermégeket a környezeti 1 bar-os nyomásértéket valamivel meghaladó nyomással nyomja ki a hengerből. Indikált és effektív középnyomás (p_i , p_e) (14. ábra).



14. ábra Belsőégésű motorok indikált és effektív középnyomás értékei

Az indikátordiagram mutatja a munkafolyamat során a hengerben változó nyomást. E helyett a változó nyomásérték helyett a műszaki számításokban alkalmazható az egy teljes munkafolyamatra vonatkoztatott átlagos nyomás, amely ha az egész lökethosszon hatna a dugattyúra, ugyanazt a munkát teljesítené, mint a változó nyomás. Ez a nyomás az indikált középnyomás (p_i). A berajzolt téglalap területe arányos az egy körfolyamat során nyert munkával, az indikált munkával. A motor főtengelyén azonban nem kapjuk meg a teljes indikált munkát, mivel a nyert mechanikai energia egy részét a motor belső súrlódásának legyőzésére és a segédberendezések hajtására kell fordítani. A motor főtengelyén rendelkezésre álló mechanikai munka, az effektív munka, tehát kisebb lesz, mint az indikált munka. Ha az indikátordiagramba berajzoljuk az effektív munka nagyságának megfelelő méretű téglalapot, meghatározható a téglalap magasságának megfelelő elméleti nyomásérték, az effektív középnyomás (p_e). Az effektív középnyomás tehát az indikált középnyomáshoz képest, olyan elképzelt nyomás, ami a teljes lökethosszon hatva a dugattyúra veszteségek nélkül a főtengelyen rendelkezésre álló hasznos munkát hozná létre.

Effektív teljesítmény (P_e) a motor effektív teljesítménye a motor főtengelyéről ténylegesen levehető teljesítmény, amely már nem foglalja magában a motor mechanikai veszteségeit és a segédberendezések hajtásához szükséges teljesítményt. A motor adataiból az alábbi összefüggéssel számítható ki:

$$P_e = \frac{p_e \cdot V_{l(henger)} \cdot z \cdot n}{\ddot{u}/2}$$

- ahol a p_e effektív középnyomást Pa-ban, a V_l lökettérfogatot m^3 -ben, az n fordulatszámot pedig 1/s-ban behelyettesítve Watt-ban kapjuk meg a teljesítményt; $\ddot{u}$ a motor ütemszámát, z pedig a hengerek számát jelenti.

Másrészt viszont (15. ábra) ez a teljesítmény, mint minden forgó test teljesítménye, leírható a főtengely által kifejtett forgatónyomaték (M) és szögsebesség (ω) szorzataként:

$$P_e = M \omega = M 2\pi n$$

$P_i = \frac{2}{i} \cdot V_h \cdot z \cdot p_i \cdot n$	Indikált teljesítmény
$P_e = \frac{2}{i} \cdot V_h \cdot z \cdot p_e \cdot n = M \cdot \omega = M \cdot 2 \cdot \Pi \cdot n$	i ütemszám, z hengerek száma
$p_e = \frac{i \cdot \Pi}{V_h \cdot z} \cdot M$	Effektív teljesítmény
$P_e = \eta_m \cdot P_i$	P_m mechanikai teljesítményvesztés
$P_e = P_i - P_m$	

Fajlagos teljesítmények:	
•egységnyi lökettérfogatra	kW/l
•egységnyi motortömegre	kW/kg
•egységnyi beépítési térfogatra	kW/m ³

Szokásos értékek	n 1/min	P_v kW/l	P_m kW/kg
4 ü. benzin	4500...7000	35...65	0,3...1
4 ü. szk.díz.	3500...5000	20...30	0,2...0,35
2 üt. benzin	4500...8000	30...50	0,2...0,4
Tgk., busz	2000...4000	10...15	0,1...0,25

15. ábra Belsőégésű motorok indikált és effektív teljesítménye

Tüzelőanyag-fogyasztás

A motor által óránként elfogyasztott tüzelőanyag mennyisége (jele B , mértékegysége kg/h) könnyen meghatározható, de a motor gazdaságosságát az elvégzett munkára vonatkoztatott fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás (jele b , mértékegysége g/kWh) jellemzi, ami a következő összefüggéssel határozható meg:

$$b = 1000 \cdot \frac{B}{P_e} \text{ [g/kWh]}$$

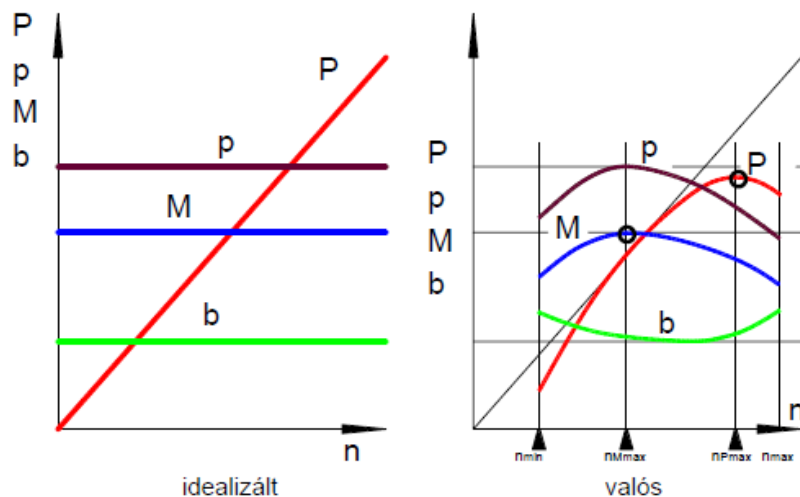
Motor rugalmasság

A motor rugalmasan alkalmazkodik a megváltozott körülményekhez, s bizonyos határig a megnövekedett terhelést sebességváltás nélkül le tudja küzdeni. A motornak ez a képessége a motorrugalmasság illetve nyomaték rugalmasság, amit az alábbi viszonyzámmal jellemeznek:

$$e_M = \frac{M_{\max}}{M_{P_{\max}}}$$

1.8 Belsőégésű motorok jelleggörbéi

Ha egy belsőégésű motor legalapvetőbb jellemzőit, azaz az effektív teljesítményt (P_e), a főtengely nyomatékát (M), a fajlagos és az óránkénti tüzelőanyagfogyasztását (b , B) a motor fordulatszámának függvényében ábrázoljuk, akkor a motor *fordulatszám-jelleggörbéit* kapjuk. A 16. ábra például egy traktor dízelmotorjának jelleggörbéit mutatja teljes terhelés esetén. A motor névleges fordulatszáma 2300 1/min, mert itt éri el a maximális teljesítményét. 2300-as fordulatszám fölött a motor fordulatszám-szabályozója működésbe lép („leszabályoz”), azaz lecsökkenti a gázolaj adagolást, hogy a motor ne pörögjön túl, ezért törnek meg a jelleggörbék ennél a fordulathoz. A jelleggörbék alapján megállapítható, hogy a motor legnagyobb forgatónyomatéka és legnagyobb teljesítménye nem azonos fordulatszámhoz tartozik. Ez azt eredményezi, hogy ha a nagyobb fordulatszámon dolgozó motor terhelése megnő akkor a motor fordulatszámának lecsökkenésével nő a forgatónyomaték.



16. ábra Belsőégésű motorok jelleggörbéi

2. A motorok szerkezeti felépítése

A motort a következő fő részekre oszthatjuk:

- hengerfej,
- henger, vagy hengertömb,
- forgattyúshajtómű,
- forgattyúház.

2.1. Hengerfej feladata és kialakítása

A hengerfej zárja le a dugattyú feletti teret, az ún. égésteret. Kialakítása függ: a motor működési módjától, a szelepek elhelyezésétől és az égéster alakjától. Az égési tér alakja nagy befolyással van a motor gazdaságosságára, teljesítményére, tüzelőanyag-fogyasztására.

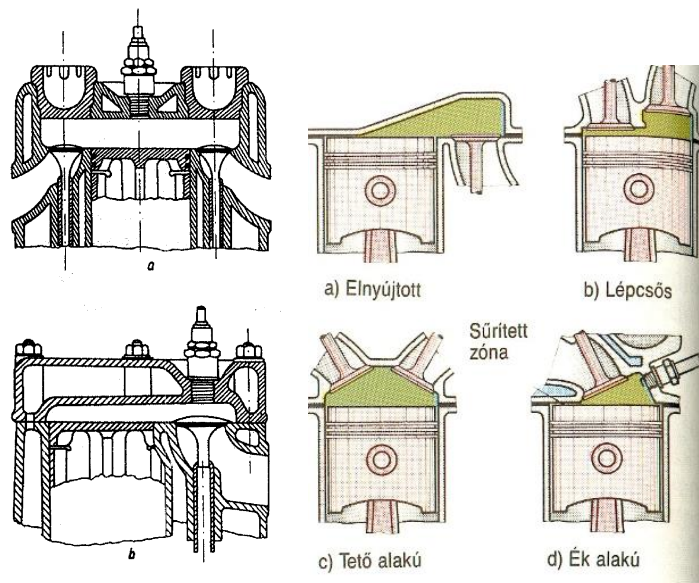
2.1.1. Az Otto-motorok hengerfej-megoldásai

T alakú égéstér

A motorépítés őskorában a két oldalt elhelyezett szelepekkel ellátott, ún. T alakú hengereket használták. A szelepek a henger mellett két oldalt helyezkednek el, így az égési tér lapos és hosszúra nyúlik el (17. ábra, a). A kopogás szempontjából ez még akkor is rossz volt, ha gyújtógyertyát középre helyezték. Az ábrával ellentétben a gyújtógyertyát legtöbbször a szívószelep fölött helyezték el és ez még jobban elősegítette a kopogást. A szívószelep fölött meggyújtott gázok nyomása ugyanis összenyomta a még el nem égett keveréket, ami önmagától meggyulladt az amúgy is meleg kipufogószelep fölött, mielőtt még az égés a gyertyától odaért volna. A gyújtógyertya középre helyezése csak nagyon kevés javulást jelentett.

L alakú égéstér

Az első repülőmotorokhoz terveztek először különálló hengerfejet (17. ábra, b), de ekkor még a szelepeket is a henger egyik oldalán, egymás mellett helyezték el. A fordított L betűhöz való hasonlósága miatt az L alakú égéstér nevet kapta. Azokat a motorokat, ahol a szelepek a henger mellett tányérjukkal felfelé állnak, állószelepes motoroknak vagy – az oldalt elhelyezett vezérlés miatt – oldalt vezérelt motoroknak nevezzük.

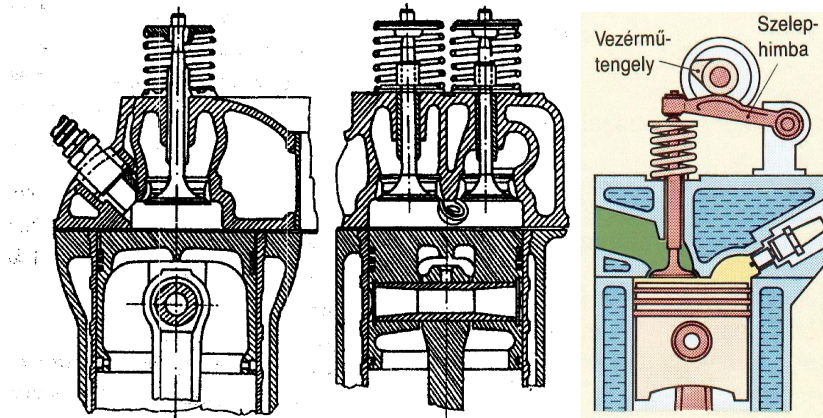


17. ábra „T” és „L”, lépcsős, ék alakú égésterek kialakítása négyütemű motorokban

Hengeres égéstérnél

Az égéstér felülete a térfogatéhoz képest a félgömb alakú után a legkedvezőbb. (18. ábra) Hátránya, hogy a szelepek átmérője nem lehet nagyobb a hengerfurat felénél. Emiatt a volumetrikus hatásfok nem a legkedvezőbb és ezért nagy fordulatszámmal nem járhat a motor. A gyújtógyertya elhelyezése sem kedvező, mert ha középen van, akkor kisebbíti a szelepek átmérőjét, ha pedig oldalt, a hengeres részen,

a kopogás szempontjából nem a legjobb. Ezért a henger mindkét oldalában van egy-egy gyertya. Ezzel az égés útja rövidebb, mert a két oldalról elinduló lángfront a középben találkozik.

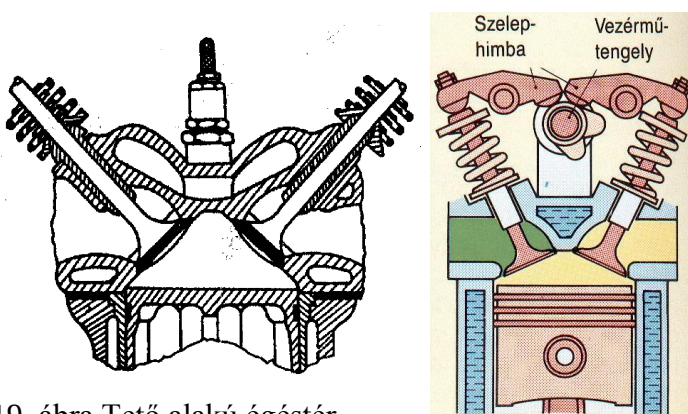


18. ábra Hengeres tér kialakítások négyütemű belsőégésű motorokban.

Más megoldás, ha csak egy gyertya van középen, és körülötte négy szelep, két szívó és két kipufogó. Ezzel az összes szelepkeresztmetszet nagyobb, a motor volumetrikus hatásfoka jobb lesz. A hengeres égéstér nagyon elterjedt a négyütemű traktor- és autómotor esetében, de csak az egyszerű, egy szívó- és egy kipufogószelepes megoldásban. Az ezzel a rendszerrel megvalósítható legnagyobb kompresszióviszony: $\varepsilon = 6,9 - 8,0$.

Tető alakú égéstér

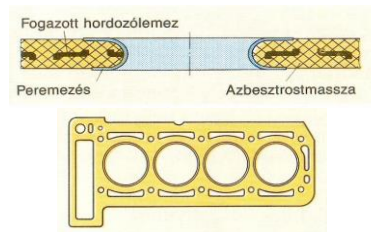
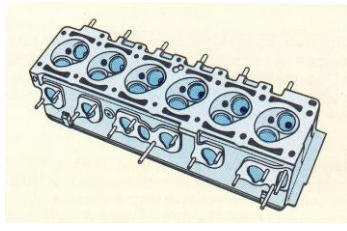
A tető alakú égéstér kompresszióviszonya a legnagyobb.(19. ábra). ($\varepsilon = 7,2 - 8,5$ esetenként 9 is), mert a félgömb alakja és a középben elhelyezett gyújtógyertya miatt az égés a leggyorsabb. A láng az égéstér szélső részébe a legrövidebb idő alatt ér el. A szelep átmérője is nagyobb lehet a hengerfurat felénél, ezért nagy fordulatszám és nagy teljesítmény érhető el vele. Régebben csak a sport- és versenymotorok készültek ilyen égéstérrel, jelenleg azonban a személykocsik nagy teljesítményű motorjaiban is megtaláljuk.



19. ábra Tető alakú égéstér

2.1.2 A hengerfej technológiai kialakításai

A hengerfej a motor egyik legbonyolultabb öntvénye (20. ábra). Mindenképpen hűteni kell, ezért ha vízhűtéses a motor, akkor a víztér teszi bonyolulttá, ha léghűtéses, akkor pedig a bordák. Anyaga öntöttvas, de a léghűtéses motorok inkább szilíciumból vagy alumíniumból készülnek. A soros, többhengeres motorok hengerfeje többnyire egy darabból készül. Ha a hengerfej könnyűféműből van, akkor a szeleptárcsa kiverődésének elkerülésére edzett acél szeleptárcsát öntenek be.



20. ábra Hengerfej és hengerfejtömítés kialakításának lehetőségei

2.1.3 A hengerfej tömítése

A hengerfej csavarokkal van a hengerhez erősítve. Bármilyen sima és egyenes legyen is a két alkatrész érintkező felülete és bármilyen erősen húzzák is meg a leszorító csavarokat, nem biztosítható, hogy robbanásakor a gázok ki ne fújjanak, vagy a vízhűtéses motor hűtővizet ne folyják a hengerbe. Ezért a henger és a hengerfej közé lágyabb anyagból készült tömítést kell helyezni. A lágy anyag lehet rézazbeszt, sima alumínium vagy vörösréz lemez. Az azbesztet néha vékony vörösréz lemezek közé teszik és a lemezeket körben a furatoknál és a lyukaknál felperemezik.

2.1.4. A dízelmotorok hengerfej megoldásai

A keverékképzés körülményei mások a dízel- és mások az Otto-motorokban. Ha mindkét motor percnként 2000 fordulattal jár, akkor amíg a négyütemű Otto-motorban a keverék képzésére kb. 1/40 másodperc áll rendelkezésre (szívási és sűrítési ütem), addig a négyütemű dízelmotorban mindössze 1/400 másodperc. Tehát a keverékképzés az utóbbi motorban sokkal rövidebb idő alatt megy végbe, ennél fogva nem is lesz olyan jó. Ennek a következménye tökéletlen égés, erős kipufogó füstölés volna, ezt viszont minden áron el kell kerülnünk. Tökéletes égést ezekben a motorokban úgy lehet biztosítani, hogy a keverékbe kevesebb tüzelőanyagot fecskendezünk be. Ezáltal több lesz a levegő, mint amennyi az égéshez szükséges, s a tökéletlen keveredés ellenére is valamennyi tüzelőanyag-részecske oxigénhez tud jutni. Természetesen ez a látszólag felesleges levegő helyet, illetve térfogatot foglal el.

A dízelmotorok keverékképzésére, rendelkezésre álló idő rendkívül rövid, ezért légfelesleggel járnak ($m > 1$), és teljesítményük kisebb, mint a hasonló hengerűrtartalmú és fordulatszámú Otto-motoroké.

A teljesítmény tulajdonképpen ezért is kisebb lesz, mert égéskor felmelegszik az égésben részt nem vett nagy mennyiségű levegő és az égéstermékek hőmérsékletét, csökkenti. A hőmérséklet csökkenése miatt kisebb lesz a motor effektív középnyomása és ezzel arányosan a teljesítménye is. Érdeke ez az ellentét az Otto- és dízelmotorok között.

A dízelmotorok nagyobb a terjeszkedési nyomása, mégis kisebb az effektív középnyomása és az egységnyi hengerűrtartalomból kivethető teljesítménye, az ún. liter-teljesítménye.

A különféle rendszerű dízelmotorok literteljesítménye tehát függ a légfeleslegtényező nagyságától. Az égéstermek sokféle szerkezeti megoldása a levegő örvényeltetése, a tüzelőanyag-adagolók rendszere, a porlasztók elhelyezése, a porlasztó-nyílások iránya és száma mind azt célozzák, hogy minél jobb legyen a keverékképzés minősége, minél nagyobb legyen a motor literteljesítménye és kedvezőbb a fogyasztása.

A gázolaj levegővel való jó elkeveredését a befecskendező szivattyú nyomása és a levegő örvényeltetése valósítja meg. A keverékképzés során az osztatlan égőterű dízelmotorok esetében a nagyobb szerep a befecskendező nyomásra, a kamrás motorok esetében az örvénylezésre hárul.

Az osztatlan égésterű dízelmotorok

Az osztatlan és tagolatlan égésterű dízelmotorok égésterje teljesen összefüggő tér. A tüzelőanyagot közvetlenül ide juttatjuk a befecskendező fúvóka segítségével. A fúvóka feladata, hogy: a befecskendezett tüzelőanyag megfelelő apró cseppekre szétporlasztódjék, az égésteret a peremsugár tökéletesen betöltse és a keletkezett cseppek az égéster forró levegőjében egyenletesen szétszórva a levegővel jól összekeveredjenek.

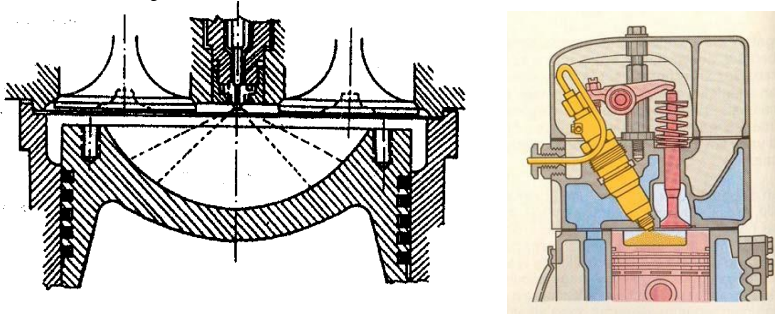
Az osztatlan égésterű dízelmotorok között vannak olyanok, hogy a sűrítési ütem alkalmával az égésterben nem keletkezik jelentős örvénylező mozgás; és vannak olyanok is, amelyben a levegő tervszerűen irányítva örvénylező mozgásba kerül. Azokban a motorokban, ahol a beszívott levegő örvénylezése nem eléggé erőteljes, a beporlasztott hajtóanyagoknak finom szemcsékre bontása és a levegővel való lehető legjobb összekeverése a porlasztófúvóka feladata. A beporlasztásnak tehát akkora nyomáson kell megtörténnie, hogy a tüzelőanyag finom szemcsékre szétporlasztódva az égéster legtávolabbi részébe is eljuthasson és közben ne érintkezzen sem a hűtött hengerfallal, sem a dugattyúfenékkal. Vagyis a porlasztott sugár térbeli alakja alkalmazkodjék az égéster alakjához. Ezért tehát 200-300, sőt némelyik motorban 1400 bar nyomással, általában több nyílású porlasztón keresztül kell a tüzelőanyagot a befecskendező szivattyúnak hengerbe juttatnia.

Azokban a motorokban, ahol a hengertér megfelelő kialakítása folytán az égésterben a levegő örvénylező mozgásba kerül, a jó keveredést a nagy nyomású beporlasztás mellett ez is elősegíti.

Az osztatlan égésterű dízelmotor hajtóanyag-fogyasztása a leggazdaságosabb, és szerkezeti kiképzése is egyszerű. Az említett előnyökkel szemben azonban a szerkezeti megoldásnak hátrányai is vannak. Az égési végnyomás ugyanis 80 bar-ra is felemelkedik, amiért a motor egyes szerkezeti részeit ennek megfelelően erősebbre kell méretezni.

A dugattyúk hőigénybevétele – a nagy mechanikai igénybevétel ellenére – mégis aránylag kisebb.

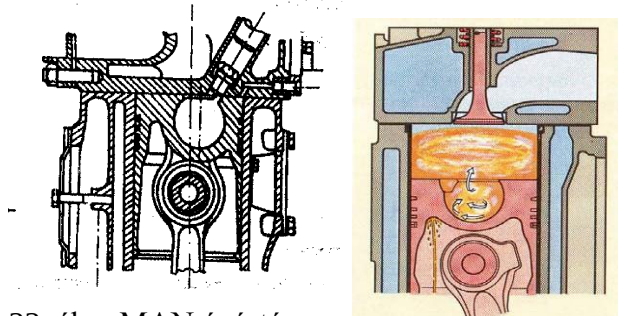
Az osztatlan égésterű, kis lökettérfogatú dízelmotorok esetében gyakori a sokszor 0,3 mm-nél is kisebb méretű porlasztófűvőkák részleges vagy teljes eldugulása. Ezen kívül kifogásolható még a porlasztás és a keverékképzés akkor is, ha a kisméretű porlasztófűvőkák koksizlerakódás miatt elszűkülnek, vagy pedig a nagy nyomással kiáramló tüzelőanyag koptató hatására a fűvőkák nyílásainál méret-növekedés áll be. Az utóbbi esetben az égés kormozó lesz. Az osztatlan égésterű dízelmotorok régebbi alakját tünteti fel a 21. ábra. A dugattyú tetejének gömb alakú, teknőszerű mélyedése van. A hengerfej az égőteret sík felülettel zárja le.



21. ábra Osztatlan égéster

A több lyukú porlasztófűvőkát a hengerfej közepébe helyezik el és ez a tüzelőanyagot legyezőszerűen porlasztja be az égésterbe. Minthogy az égéster osztatlan és tagolatlan, a levegő mozgása kizárólag keresztirányú a sűrítési ütem végén.

Az osztatlan égésterű dízelmotorok másik fajtája a tagolt égésterű vagy más néven dugattyúkamarás dízelmotor. A motortípus a közvetlen sugárporlasztású dízelmotor legújabb fejlődési fokozatát képviseli, bár szintén csaknem 40 éves múltra tekint vissza. A dugattyúkamarás motorok legjellegzetesebb példánya a MAN dízelmotor (22. ábra).

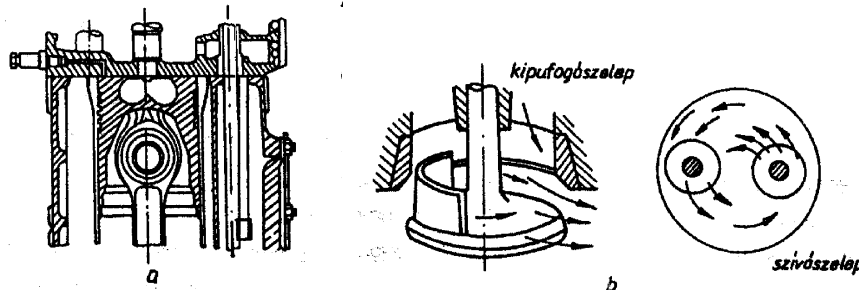


22. ábra MAN égéster

Az égéster egy része a dugattyú fenekében van. A majdnem teljesen gömb alakú égéster a sűrítési tér össztérfogatának 81 %-át teszi ki. A gömb alakú égéster csak egy nyílással kapcsolódik a főégésterhez. Elterjedt az egyfuratú csapos porlasztó fűvőka használata is, mert felesleges a tüzelőanyagot finom cseppekre bontani.

A tüzelőanyagot a dugattyúkamra forró falfelületére fecskendezzük, az onnan elpárolog, majd jól elkeveredik a dugattyúkamrában örvénylő levegővel.

A kettősörvényű égésterű dugattyúkamrás Saurer dízelmotor keresztmetszetét a 23. ábra tünteti fel. Az égéster túlnyomó része a dugattyúban van, amely tulajdonképpen egy toroid alakú tér. A tüzelőanyagot az égéster közepén porlasztjuk be.

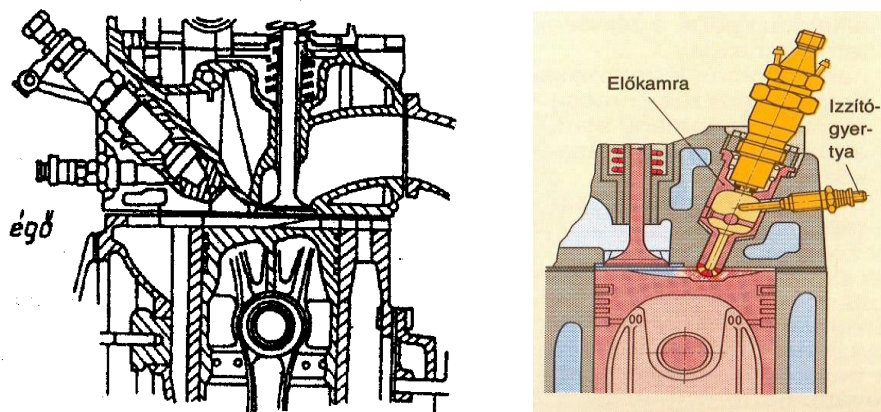


23. ábra Saurer égéster és szívószelepe felépítése és kialakítása

A dugattyúkamrában gyorsan forgó, nagy sebességgel áramló, örvénylő levegő az oda beporlasztott tüzelőanyaggal jól keveredik és biztosítja annak jó elégését. A porlasztófúvóka négy sugarú, zárt fúvóka. Újabban az ún. gombfúvóka terjedt el, amely lefelé irányuló, kúpos alakú, fátyszerű tüzelőanyag-sugarat létesít.

Osztott égésterű dízelmotorok

Az égéster fő és mellék égésterre oszlik. A fő égéster közvetlenül a dugattyú felett van. A hozzá kapcsolódó mellék égéster kiképzése, elhelyezése és rendeltetése alapján megkülönböztetünk előkamrás, örvénykamrás és légkamrás dízelmotorokat. Az előkamrás dízelmotorok előkamrája az égőtér 25-40 %-át teszi ki. A tüzelőanyagot az előkamrába fecskendezzük be a falában elhelyezett porlasztófúvókán keresztül. A porlasztó-fúvóka az előkamrát a fő égésterrel összekötő nyílásokkal szemben áll (24. ábra).



24. ábra Előkamrás égéster kialakítása és felépítése

A tüzelőanyag teljes mennyiségét befecskendezzük az előkamrába. A beporlasztott tüzelőanyagból az előkamrában csak annyi ég el, amennyi a kamra levegőtartalmának megfelel. Az égés az előkamrában nagy nyomásnövekedést okoz és a nagy nyomású gázok a még el nem égett tüzelőanyagot – az előkamrát a fő égéstérrel összekötő nyílásokon keresztül – nagy sebességgel (400-500 m/s) a fő égéstérbe porlasztják. A nagy sebesség a gázokat örvénylésbe hozza, hogy a beporlasztott tüzelőanyag a levegővel jól elkeveredjék, majd elégjen. Az előkamrában el nem égett tüzelőanyag a nagynyomású gázokkal való beporlasztása a fő égéstérbe lehetővé teszi, hogy a tüzelőanyagot aránylag kis nyomással porlasszák be az előkamrába, ami a motor csendes járását is eredményezi. Az előkamrás motorokban a gyulladási késedelem igen rövid. Az előkamrából a fő égéstérbe beporlasztott tüzelőanyag a beporlasztás után kis késedelemmel (szinte azonnal) meggyullad, ennél fogva a nagyobb mennyiségű tüzelőanyag egyidejű elégésével együtt jár a fokozottabb nyomásnövekedés. Amíg az osztatlan égésterű motor porlasztási nyomása 200-300 bar nagyságú, addig az előkamrás dízelmotorok esetében 75-150 bar beporlasztási nyomás teljesen elegendő. A kisebb beporlasztási nyomás előnyös, mert kisebb követelményeket támaszt a megmunkálás pontosságával szemben és hosszabb lesz a szivattyú élettartama. További előny, hogy a kisebb porlasztási nyomáshoz alkalmassá válnak a nehezebben tömődő, nagyobb furatú porlasztófűvőkák.

Az előkamrás dízelmotoroknak szabályosabb és simább az üresjárása, valamint még jobb a gyorsító képessége is. Ez azért van, mert üresjárat alatt kisebb adag tüzelőanyag beporlasztása és a fő égéstérben a levegővel való jó összekeverése, tehát jó elosztása megy végbe. Az előkamrában keletkezett égés, valamint az ennek következményeként létrejövő nagy nyomású égéstermék nem befolyásolja a motor fordulatszámát.

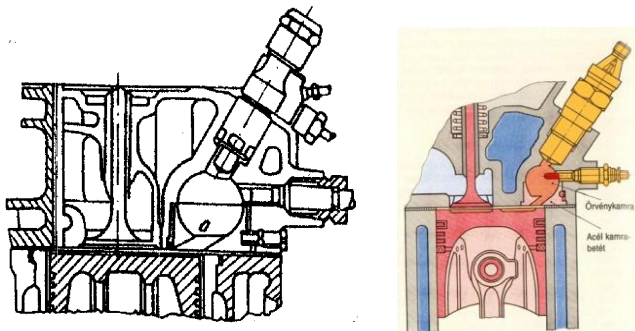
Hátránya ezeknek a motoroknak, hogy fajlagos tüzelőanyag-fogyasztásuk 10-15 %-kal nagyobb, mint az osztatlan égésterű dízelmotoroké. A többletfogyasztás egyik oka, hogy az osztott égéstér növeli a felületet, ez pedig a hőveszteséget.

Az örvénykamrás dízelmotorok örvénykamrája az égéstér 50-80 %-át teszi ki. Az örvénykamrát a dugattyú feletti fő égéstérrel összekapcsoló összekötő csatorna nagyobb keresztmetszetű, mint az előkamrás motoroké. Lényeges különbség az előkamrás és az örvénykamrás dízelmotorok között, hogy az örvénykamrát a dugattyú feletti térrel összekötő csatorna úgy van kialakítva, hogy a sűrítési ütem végén az örvénykamrába átáramló levegő erőteljes örvénylő mozgásba jusson.

Az örvénykamrás dízelmotor esetében a tüzelőanyag az örvénykamrában azáltal keveredik jól és egyenletesen össze a levegővel, hogy a sűrítési ütem alatt az örvénykamrába bejutó levegő örvénylő mozgású. A tüzelőanyagot elegendő kisebb nyomással befecskendezni, mert a jó porlasztás és keverékképzés nemcsak a tüzelőanyag-sugár mozgási energiájának a következménye, hanem azt elősegíti az örvénylésben levő levegő mozgási energiája is.

A tüzelőanyagot 60-120 bar körüli nyomással fecskendezzük be. Az örvénykamrás motor égési nyomása 50-60 bar között van. Ezek a motorok sima, egyenletes járásúak, fajlagos tüzelőanyag-fogyasztásuk kissé magasabb, mint az előkamrás dízelmotoroké.

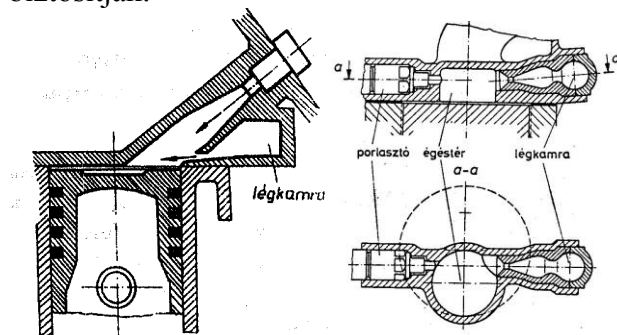
Az örvénykamrának a fúvókával szemben levő fala üzem közben erősen felmelegszik. Az örvénykamrába beáramló levegő ettől a forró falfelülettől szintén felmelegszik, ezért a gyulladás kedvezőbb körülmények között jön létre, és ez elősegíti az égés jobb lefolyását is. Az örvénykamrás dízelmotor hátránya, hogy az osztott égéstér miatt nagy az égéstér falfelülete, továbbá a heves levegőmozgás miatt még a sűrítési ütem alatt is jelentős a hővesztés. Emiatt hidegindítása nehezebb. Az előkamrás motorokhoz hasonlóan szintén szükség van indításkor izzógyertyára. A gömb alakú örvénykamrát a fő égéstérrel három csatorna köti össze, amelyek közül a középső főcsatorna hajlásszöge 35° , míg a két szélső meredekebb csatornáié 70° a vízszinteshez képest. (25. ábra)



25. ábra Örvénykamrás égéstér felépítése és jellemzői

A légkamrás dízelmotor az osztott égésterű dízelmotor további változata. A fő égéstérrel a légkamrát egy vagy több furat köti össze. Egyébként a légkamrás dízelmotorok égéstér-kiképzése lényegében abban tér el az előkamrás és örvénykamrás dízelmotorok égéstér-kiképzésétől, hogy a légkamrás dízel-motorok porlasztófúvókája nem a légkamrában, hanem a fő égéstérben van. A tüzelőanyag befecskendezése a fő égéstérbe általában a légkamrát a fő égéstérrel összekötő csatorna, furat irányában történik. A légkamrát a fő égéstérrel összekötő csatorna a levegőnek a kamrából való ki- és beáramlását megnehezíti, fojtja.

A befecskendezett tüzelőanyag egy része bejut a légkamrába. A légkamrába bejutó tüzelőanyag részben a légkamrában ég el. A légkamrában (26. ábra) az égés alkalmával keletkező nagy nyomásnövekedés az égés-termékeket nagy sebességgel kifújja a fő égéstér felé, így azok a továbbiak során a befecskendezett tüzelőanyaggal szemben áramolva a tüzelőanyagnak a levegővel való jó elkeveredését és a tüzelőanyag-cseppecskék jó eloszlását biztosítják.



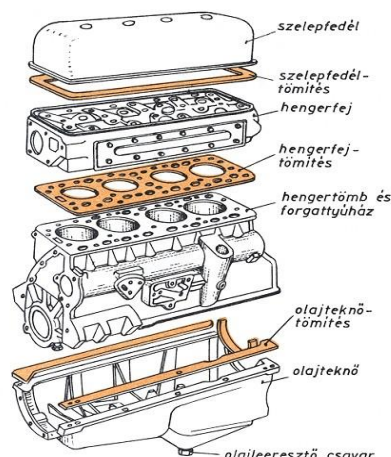
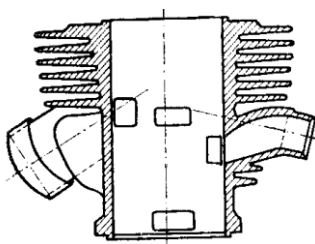
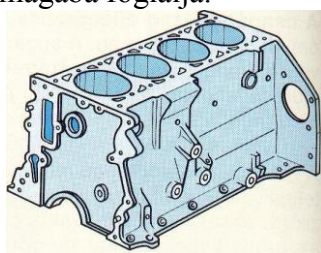
26. ábra Légkamrás égéstér

2.1.3 Négyütemű motorok hengerfej kialakítása

A hengerfej a motor legbonyolultabb öntvénye. Kialakítása az égéstér alakjától és elhelyezésétől függ. A nagyon kicsi kompressziótér miatt csak a függőszelepes vezérlés jöhet szóba. Tehát a szelepek mindig a hengerfejben helyezkednek el. A hengerfejben vannak a szeleptülések, a szelepek vezetésére szolgáló vezető hüvelyek és a hengerfejre vannak csavarokkal felerősítve a himbatengelyt tartó csapágyak. A hengerfej hűtött. Elterjedt a vízhűtés, de vannak négyütemű léghűtéses dízelmotorok is. A henger és a hengerfej között tömítés van. A hengerfejek anyaga öntöttvas, alumínium.

2.2. Henger vagy hengertömb

A motornak azt a részét, amelyben a dugattyú mozog, hengernek, ha több henger van egybekötve, akkor hengertömbnek nevezzük (27. ábra). A vízhűtéses motorok hengereit legtöbbször egy tömbbe, a léghűtéseseket – a hűtőbordák miatt – külön-külön öntik. Régebben (amikor az öntőtechnika még nem volt olyan fejlett, mint ma) a vízhűtéses motorokhoz is különálló hengerek voltak. A hengertömb előnye, hogy gyártása olcsóbb, fúrása és csiszolása egyszerre és pontosan folyik és nem utolsó sorban, hogy a motor rövidebb és tömege kisebb. A tömbbe öntött hengerek hűtőköpenye közös és sokszor a vízszivattyút is magába foglalja.



27. ábra Hengertömb kialakítások vízhűtés és léghűtéskor

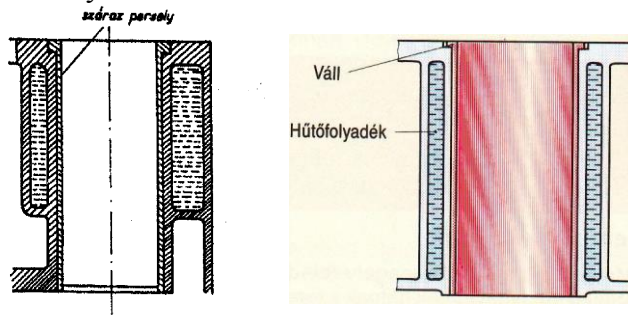
A henger vagy hengertömb anyaga lehet öntöttvas, újabban könnyűfém (alumínium ötvözet). Az utóbbi esetben külön öntöttvas hüvelyt, az ún. hengerperselyt szerelnek az öntvénybe, mert a puha könnyűfém nem jó futófelület a dugattyú számára. A léghűtéses motorok hengerei többnyire öntöttvasból, persely nélkül készülnek.

Találkozunk vízhűtéses, persely nélküli hengertömbbel, mely főleg a személyautó-motorok és a traktormotorok között terjedt el. A persely nélküli hengertömb hátránya, hogy kopás után fel kell fúrni. Ezzel a furat átmérője növekszik, ezért nagyobb méretű dugattyú kell hozzá. Több fúrás után a hengerfal annyira elvékonyodhat, hogy a teljes tömböt ki kell selejtezni. Ezért a célszerűség kedvéért a hosszú élettartamra készülő vagy nagyon poros környezetben dolgozó motorok öntöttvas hengertömbjéhez különálló és cserélhető henger-persely tartozik.

2.2.1. Hengerperselyek

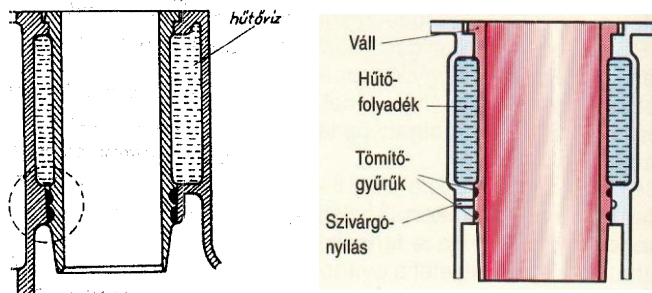
A hengerperselyek anyaga öntöttvas, néha különleges, ún. centrifugál-öntéssel készülnek. Futófelületét a jobb kopás-állóság elérésére hőkezelik. A hőkezelés lehet nitrálás, keménykrómozás vagy nagyfrekvenciás edzés. Kialakításuk kétféle: száraz és nedves.

A száraz persely (28. ábra) nevét onnan kapta, hogy a hűtővízzel nem érintkezik. Alkalmazása inkább csak könnyűfém hengertömb esetében indokolt, mert az nem ad jó futófelületet. A száraz persely falvastagsága mindössze 2-3 mm, mert ez csak a futófelületet adja, nem kell, hogy a gáz nyomásának ellenálljon vagy a hengertömböt merevítse. Ezt a feladatot a hengertömb látja el. A száraz perselyt erősen lehűtik, hogy összehúzódjék és úgy préselik be a furatba. Ebből adódik egyik hátránya is, mivel a leggondosabb megmunkálással és illesztéssel sem érhetjük el, hogy végig egyenletesen fekdjön fel, ha csak kis helyen is rossz az érintkezése a furattal, ott rossz lesz a hőelvezetés. Ezen a helyen a persely túlmelegszik, ezért könnyen vetemedik. Száraz persely utólag is szerelhető az egyébként persely nélküli motorba, ha a hengerfal a többszöri fúrás következtében túlságosan elvékonyodott.



28. ábra Száraz hengerpersely

A nedves persely a legkorszerűbb és a leggyakoribb megoldás. Legfőbb előnye, hogy egyszerű, olcsó, könnyen szerelhető és jó hűtést biztosít, mert a hűtővíz közvetlenül a persely külső falával érintkezik. (29. ábra)

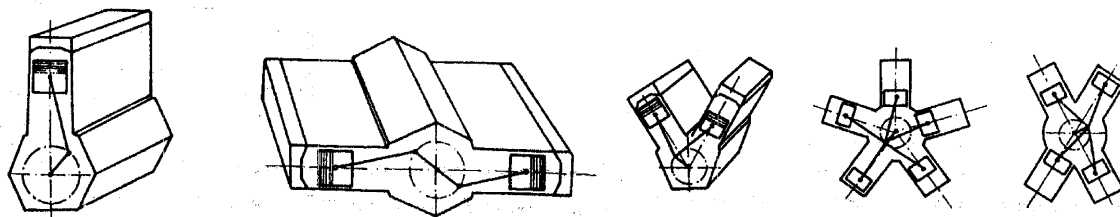


29. ábra Nedves hengerpersely

A nedves perselyt csak felső részénél illesztik a hengertömb furatához. Ezért itt váll is van. Alul csak a hűtővíz tömítésére szolgáló gumigyűrűn keresztül érintkezik a hengerrel. A gumigyűrűk a persely hőmérséklet okozta hőtágulását is megengedik.

2.2.2. Hengerelrendezési módok

A többhengeres motor hengerei egymáshoz képest sokféleképpen helyezhetők el. Traktor- és autómotorok esetében a leggyakoribb a soros, a boxer és a V elrendezés (30. ábra). A soros motor hengerei egymás mellett sorban állnak. A négyütemű motorok egymás melletti hengereinek száma gyújtáselosztás miatt többnyire páros, de készítenek páratlan számúakat is. Vannak 2, 4, 6 és 8 hengeres soros motorok. Nyolc hengernél többet egy sorba nem építenek, inkább V vagy boxer elrendezést alkalmaznak.



30. ábra Sorous motor, boxer motor, V-motor, csillag-motor, X-motor

Kétütemű sorous motorok páratlan hengerszámmal is készülnek (3 vagy 5 henger). A sorous motorokat a hengerekkel felfelé építik be a traktorba vagy autóba, ezért állóhengeres motoroknak is nevezik őket. A repülőgép motorokban a lógóhengeres motorelhelyezés is elterjedt.

A boxer motorok jellemzője, hogy hengereik közös síkban, de a forgattyús tengely két oldalán, egymással szemben helyezkednek el (30. ábra). A szemben levő dugattyúk ellentétesen mozognak, ezért rázásuk csekély. A boxer motorok készülnek 2, 4, 6 és 8 hengeres kivitelben. A kéthengereseket főleg nagyteljesítményű motorkeréparók, a négyhengereseket személy- és teherautók, nyolchengereseket pedig autóbuszok, nagyteljesítményű teherautók esetében használják.

A V-motoroknak két hengersoruk van. A két sor egymással 60 vagy 90 °-os szöget zár be. A két hengersor hajtórúdjai párosával közös forgattyúcsapra csatlakoznak. A V-motorok nagyon elterjedtek a nagyteljesítményű személyautó-motorok között. Hengerszámuk leggyakrabban 4 és 8, de 6, 12 és 16 hengeres kivitelben is készülnek.

Repülőgépekhez, harckocsikhoz, vasúti motorkocsikhoz és hajókhoz még nagyon sokféle henger-elrendezésű motort építenek. (30. ábra) Az ellendugattyús motor régebben ugyancsak repülőgépekben terjedt el. Az X-motor néhány harckocsi-típus részére készül.

3. A forgattyús hajtómű szerkezete

3.1 Dugattyú

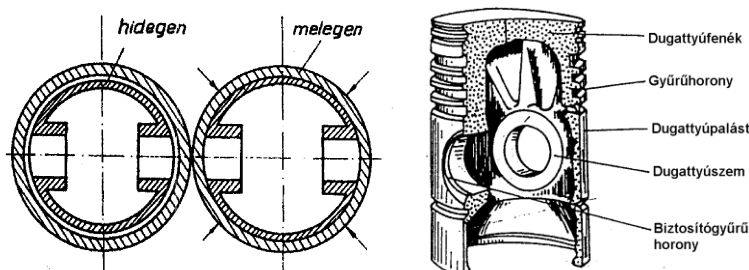
A dugattyú feladata a munkaciklusban a gázok nyomásának a felvétele és továbbítása a hajtómű szerkezeti részeinek, a henger légmentes elzárása a forgattyúháztól, a hajtórúd felső részének egyenesben vezetése, a főtengeletről kapott energia segítségével a meddő ütemek elvégzése. Igénybevétele kettős, mechanikai és hőigénybevétel.

A mechanikai igénybevétel a gáznyomásból adódik, amely a dugattyú fenekére hat. A gáznyomás a hajtórúd ferde helyzetében a dugattyú palástját a hengerfalnak is szorítja. A legnagyobb oldalerő a gázerőnek kb. 1/10-e. A nagy gáznyomás miatt a dízelmotorok dugattyúját belül bordázzák. A hőigénybevétel is nagy az égéskor keletkező 1500-2000 °C hőmérséklet miatt. A dugattyú alakja hengeres, rajta a következő részeket különböztetjük meg: dugattyúfenék, dugattyúpalást, dugattyúszem. A dugattyúfenék veszi fel a gázok nyomóerejét. A palást a dugattyú hengeres része, amelynek felső részén hornyokat találunk a dugattyúgyűrűk elhelyezésére. Alsó része a szoknya, amely a futófelület, a dugattyúszem pedig a dugattyúcsapszeg ágyazására alkalmas. Anyaga öntöttvas vagy könnyűfém. Az öntöttvas dugattyú szilárdsága nagyobb, csúszási tulajdonságai jobbak, mint a könnyűfémeké. Hőtágulása kicsi, tömege azonban nagy és hővezető képessége kicsi. Nagy tömege és rossz hővezető-képessége miatt gyorsfordulatú motorokhoz nem használják. A könnyűfém dugattyú tömege kisebb és hővezető képessége jobb. Hátránya, hogy hőtágulása nagyobb, mint az öntöttvasé, ezért szereléskor nagyobb illesztési hézagot kell hagyni. Az illesztési hézag a dugattyú és hengerfal közti távolság. Mivel az égés következtében a dugattyú felső része jobban felmelegszik, mint az alsó része, felül nagyobb a hőtágulása is, ezért az illesztési hézag nagysága is változó. A dugattyú illesztéskor tekintettel kell tehát lennünk a motor üzemi hőmérsékletére, ezen kívül a dugattyú anyagára és hogy négyütemű vagy kétütemű, illetve vízhűtéses vagy léghűtéses-e a motor. A hézag mérete a dugattyú tetejénél a legnagyobb. A csapszeg feletti részt enyhén kúposra esztergályozzák, a szoknyarészt pedig hengeresre (32.ábra). A dugattyúpalást egy részét felhasítják, hogy a könnyűfém dugattyúk is kisebb hézaggal legyenek illeszthetők. Így a palást alsó része szorosan tapad, ezért beindulása után is zaj-mentesen jár a motor. A hasítás felmelegedésekor lehetővé teszi a hőtágulást, tehát a dugattyú nem ragad be. (31. ábra)



31. ábra Hasított dugattyú kialakítása

A könnyűfém dugattyúk palástját a súrlódás csökkentésére nemcsak kúposra, hanem oválisra is esztergályozzák. Az ovalitás nagytengelye merőleges a csapszeg furatára, a kistengely párhuzamos vele. Az ovalitás a besülés veszélyét is csökkenti. (32. ábra) A könnyűfém ötvözetű dugattyúk palástrészét 0,01-0,02 mm vastag, kemény alumínium-oxid réteggel vonják be, mivel porózus, olajat tárol és korrózióellenálló



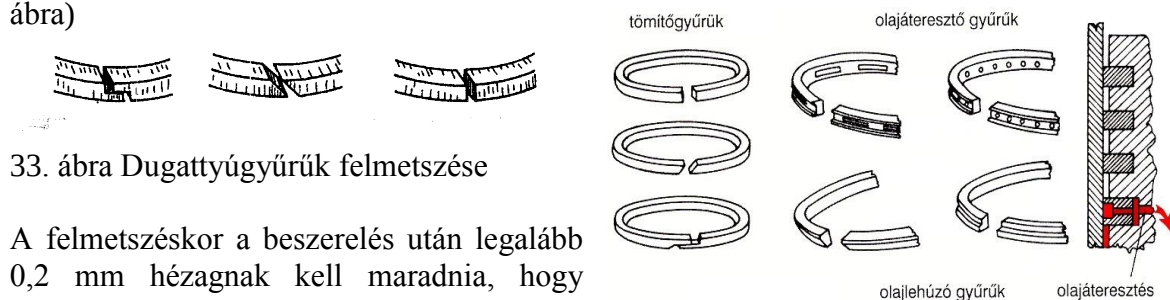
32. ábra A dugattyú ovalitása

32

Szegei Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu

3.1.1 Dugattyógyűrűk

A dugattyógyűrűk feladata a dugattyú és hengerfal közti tökéletes tömítés és a kenőolaj égéstérbe jutásának a megakadályozása. A két feladatot a tömítőgyűrűk és az olajlehúzó gyűrűk látják el. A tömítőgyűrűk anyaga finom szemcsés, szürkeöntvény, amelyet a súrlódás csökkentésére krómréteggel vonnak be vagy grafitoznak. A gyűrűk négyszög vagy trapéz keresztmetszetűek és egy helyen vannak felmetszve. Szabad állapotban pontosan nem kör alakúak, de a furatnak megfelelő átmérőre összenyomva kör alakúak lesznek. Ezért rugalmasan nekifeszülnek a henger falának. A jó tömítés érdekében a gyűrűknek megfelelő nyomást kell kifejteniük a hengerfalra. A felmetszés alakja egyenes, ferde vagy lépcsős. (33. ábra)

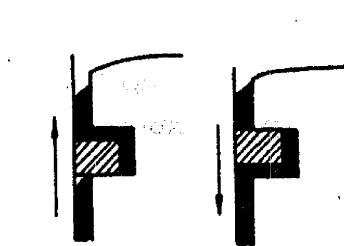


33. ábra Dugattyógyűrűk felmetszése

A felmetszéskor a beszerelés után legalább 0,2 mm hézagnak kell maradnia, hogy felmelegedve kitágulhasson és ne szoruljon be. A gyűrűhorony a dugattyún olyan mély, hogy a gyűrű mögött kis hézag maradjon. A gyűrű szélé és a horony között csak 0,02-0,03 mm hézagot hagyunk.

A kompressziógyűrűk száma Otto-motoroknál 2-4, dízelmotoroknál 4-5. Beszerelésükkor arra kell ügyelnünk, hogy a felmetszések ne kerüljenek egymás alatt egyvonalba, mert a tömítés rossz lesz. A négyütemű motorok gyűrűit elfordulás ellen nem szükséges rögzíteni, a kétütemű motorok esetében azonban meg kell akadályoznunk a körforgást. Rögzítésére kis csapokat helyezünk a gyűrűhoronyba.

Üzem közben le- fel mozgó gyűrűk szivattyúzó hatására az olaj az égéstér felé halad. (34. ábra). Ennek következménye a magas kenőolajfogyasztás és a korom lerakódása az égéstérbe. Mindezeket az olajlehúzó gyűrűk csökkentik.



34. ábra Dugattyógyűrűk szivattyúzó hatása

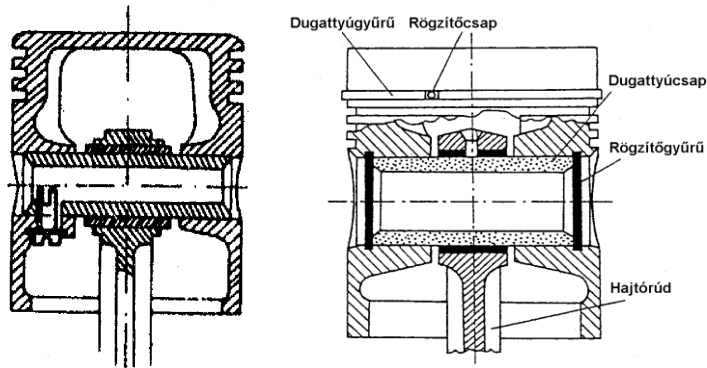
Az olajlehúzó gyűrűk a henger faláról az olajfilmre lefelé húzzák. Felfelé haladva ráfutnak az olajfilmre, lefelé pedig a gyűrűk éles sarka lehúzza az olajat.

Kiképzésük olyan is lehet, hogy a lehúzott olajat a gyűrű közepén elkészített hornyon keresztül a dugattyú gyűrű-hornyában kiképzett furatba juttatják, ahonnan az a csap-szeghez

kerül és ellátja ennek kenését, vagy visszakerül a forgattyúházba. Az olajlehúzó gyűrűk száma egy vagy kettő. A két olajlehúzó gyűrű közül az egyik mindig a csapszeg felett helyezkedik el. Kétütemű motoroknak nincs olajlehúzó gyűrűjük.

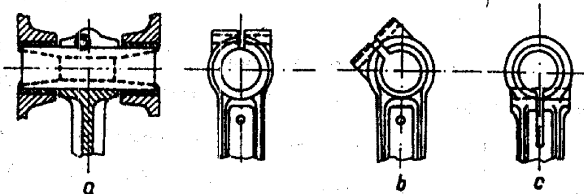
3.1.2 Dugattyúcsap

A dugattyút a hajtókarral a dugattyúszem és a hajtórúdszem furatába illesztett dugattyúcsap köti össze (35. ábra). A robbanáskor előálló ütésszerű igénybevétel miatt nagy szilárdságú, edzett acélból készítik (pl. CrMoNi acél). A csap felületét köszörülük vagy tükrösítik és belül üregesre, csőformájúra képezik.



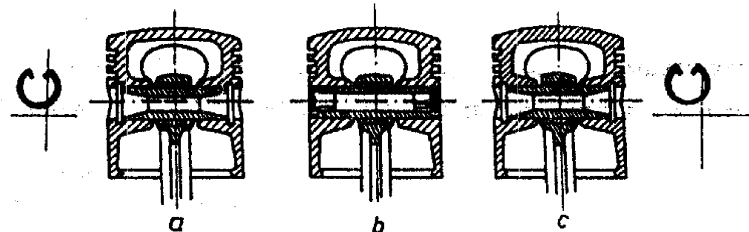
35. ábra Dugattyúcsap rögzítés

- A dugattyúcsapot a dugattyúszemben rögzítik. (35. ábra) Ilyenkor a hajtórúdszemben bronzperselyt helyeznek el és a csap fordul el.
- A hajtórúdszemben rögzített csapszeg esetében a dugattyúszem van perselyezve és ebben fordul el a csap (36. ábra).
- A csapszeg nincs rögzítve sem a dugattyúszemben, sem a hajtórúdszemben, tehát mindkettőben foroghat. Úszó csapszeg néven ismert. Mivel a kopás két felületen oszlik meg, ez a megoldás a legelterjedtebb. Mivel ilyenkor a csap oldalirányban elmozdulhat, az elmozdulást meg kell akadályozni, mert a kemény felületű csap megsértheti a henger falát.



36. ábra Dugattyúcsap rögzítések

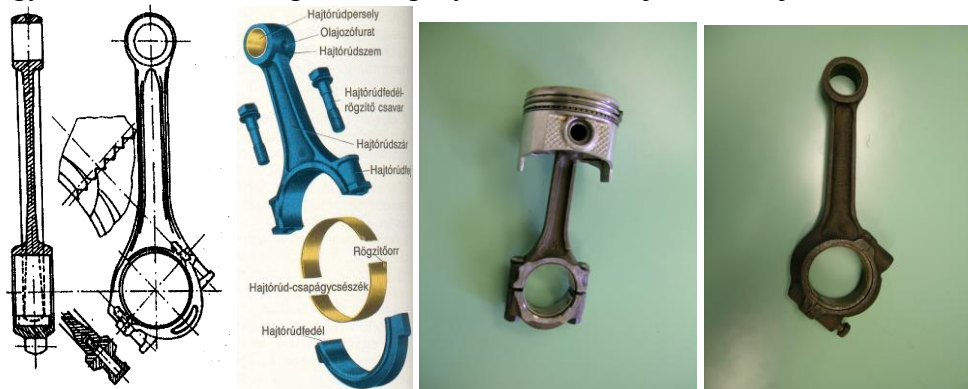
Rugóhuzalból hajlított gyűrűvel, puha alumíniumból készített gombával vagy Seeger-gyűrűvel biztosítunk. (37. ábra)



37. ábra Dugattyúcsap biztosítása

3.1.3 Hajtórúd

A hajtórúd (38. ábra) a dugattyút és a főtengelyt köti össze. Feladata a dugattyúra ható erők továbbítása a főtengely felé. Az állandóan változógáz- és tömegeerők húzásra, nyomásra és kihajlásra is igénybe veszik. Mivel a tömegeerők nagysága a hajtórúd tömegétől is függ, arra kell törekednünk, hogy kialakítása olyan legyen, hogy a lehető legkisebb tömeg mellett is meg legyen a kellő szilárdsága és az igénybevételeknek jól ellenálljon.



38. ábra Hajtórúd kialakítása és típusai

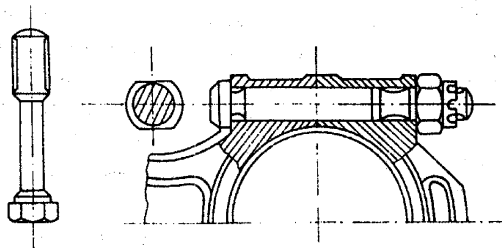
A hajtórúd anyag ötvöztött acél. Ötvözésre mangánt, szilíciumot, krómot, nikkel használnak. Kialakítása folyamán süllyesztékbe kovácsolják. A kovácsolás után kisebb fordulatú motorokhoz csak a fej- és a szem részét munkálják meg, míg nagyobb fordulatszámúakéhoz teljesen megmunkáljuk. A hajtórúd három részre tagozódik: a hajtórúdszem a dugattyúcsapon van ágyazva. Mindig osztatlan kivitelben készül. Ha a csapszeg rögzítve van benne, felmetszik. Úszó csapszeg, illetve a dugattyúszemben rögzített csapszeg esetében bronzperselyt sajtolnak bele. A persely falvastagsága 1-4 mm. Ritkán (pl. motorkerékpár,) a perselyt tűgörgős csapágy helyettesíti. Mivel a hajtórúdat az alsó csapágy vezeti, a hajtórúdszem és a dugattyúszem között 1-3 mm hézagot kell hagyni. A hajtórúdfej a főtengelyen van ágyazva. A csap középsíkjaiban osztott, a levehető részt fedélnek nevezzük. Dízelmotor esetében, ahol a forgattyúcsap átmérője nagy és ez magával hozza a hajtórúdfej méretének az emelkedését is, az osztás síkja ferde, hogy a hajtómű szerelésekor beférjen a henger furatán.

3.1.4 A hajtórúd csapágyazása

A hajtórúdfejen helyezkedik el a csapágypersely. Osztott kivitelű, belseje csapágyfémmel van kiöntve. Néha perselyt nem használnak, ilyenkor a hajtórúdfejet öntik ki csapágyfémmel. Mindkét megoldásnak vannak előnyei és hátrányai. A külön persely gyorsan cserélhető és könnyen kiönthető csapágyfémmel. Hátránya, hogy a persely nem illeszkedik tökéletesen a hajtórúdfejen, így a hőelvezetés nem a legjobb. A hajtórúdfejebe öntött csapágyfém jobb hővezetést hoz létre, viszont szerelése és kiöntése több munkát igényel. Mindkét megoldás előnyeit egyesítik a vékony 0,9-3 mm vastagságú acélszalagból készült perselyek, amelyekre 0,25-0,7 mm vastag rétegben öntik a csapágyfémet.

3.1.5 Hajtórúdcsavarok

A hajtórúdcsavarok a fedelet kötik a hajtórúdhhoz. A csavarok a csapágypersely furata mellett helyezkednek el. Igénybevételük a húzás.



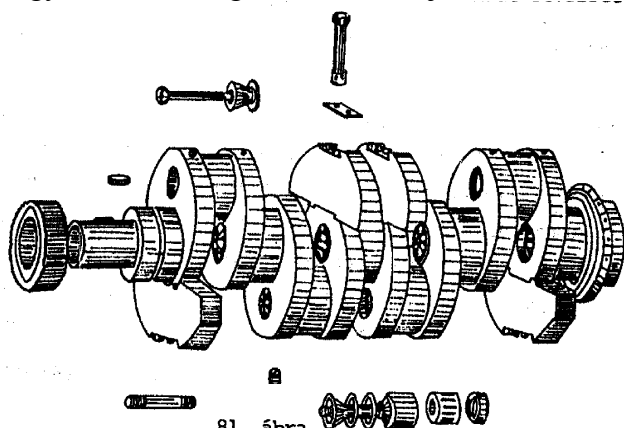
39. ábra Hajtórúdcsavar illesztése

A kipufogóütem végén és a szívóütem elején az alternáló mozgást végző részek tehetetlenségi ereje terheli. A hajtórúdcsavarok finom menetű töcsavarok vagy fejcsavarok. Meghúzásukkor az előfeszítésnek nagyobbnak kell lennie, mint a legnagyobb húzóerő, hogy a legnagyobb

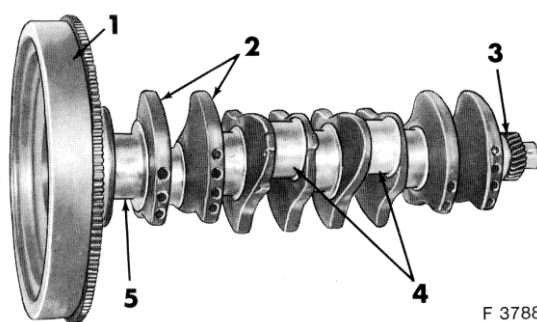
terhelés során se távolodjon el a hajtórúdfejtől két fele egymástól. A csavarok anyaga jó minőségű acél. A csavar szárát vagy illesztik a fej furatába, vagy magátmérőre leesztérgálják. (39. ábra). A hajtórúdcsavarok biztosítása koronás anyával és sasszeggel, rugós alátéttel vagy felhajtható lágy vaslemez alátéttel történik.

3.2 Forgattyútengely

A forgattyútengely (40. ábra) feladata az alternáló mozgás forgó mozgássá való átalakítása. A forgattyútengely a dugattyú munkáját a hajtórúdtól veszi át, a meddőütemben pedig ezen keresztül származtatja vissza a dugattyúnak. A hajtórúdon keresztül tehát állandóan terheli a gázok változó nyomása és az alternáló mozgást végző szerkezeti részek tehetetlenségi ereje. A változó igénybevétel miatt a főtengety lengésbe jöhet és a lengés könnyen törést eredményezhet. Ezért a forgattyútengely alakja és anyaga olyan legyen, hogy a lengéseknek a legjobban ellenálljon, emellett gyártási költsége csökkenjen. A forgattyútengelyek anyaga általában nagy szilárdságú ötvöztött acél és süllyesztékben kovácsolással készítik. Készülnek azonban forgattyútengelyek öntéssel is. A kovácsolt forgattyútengelyek anyaga nagyobb szilárdságú, mint az öntött forgattyútengelyeké. A nagyobb szilárdság azonban nem jelent minden esetben nagyobb teherbírást is.



81. ábra

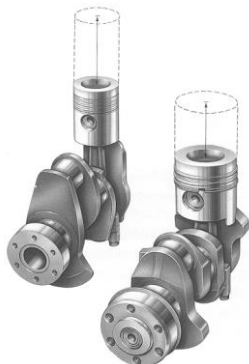


F 3788

40. ábra Forgattyús tengely kialakítása és részei
1. lendkerék, 2. ellensúlyok, 3. vezérmű hajtókerék, 4. forgattyús csapok, 5. főcsapágy nyugvócsap

3.3 Ellensúlyok

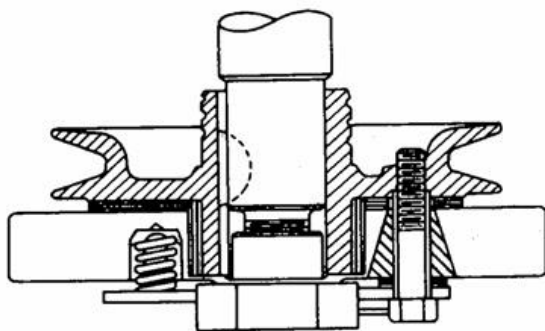
A tömegelőket kiegyenlíteni az ellensúlyok beépítésével lehet. Ellensúlyt kell beépíteni a kéthengeres motorba a szabad nyomatékok kiegyenlítésére. A nagyobb hengerszámú motorokban az ellensúlyok a főcsapágyat tehermentesítik; a tehermentesítés ugyanis javítja a motor mechanikai hatásfokát és csökkenti a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztást (41. ábra). Az ellensúlyokat a főtengellyel egy darabból kovácsolják, vagy külön darabból készítik és csavarokkal erősítik a forgattyúkarra. Az ellensúlyok anyaga kovácsolt acél, a felerősítő csavarok nemesített acélból készülnek. A nagy igénybevétel miatt a csavarokat rendszerint tehermentesítik az ellensúly megfelelő kialakításával. A főtengely csapágyazására csúszó vagy gördülő csapágyak alkalmasak. Az Otto-motorok csúszócsapágya fehérfém, esetleg ólombronz bélésű, a dízelmotoroké csak ólombronz bélésű, csapágypersely bronz, acél.



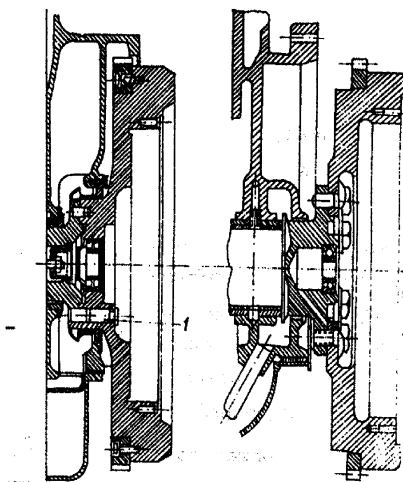
41. ábra Ellensúlyok elhelyezkedése a forgattyús tengelyen

3.4 A lendkerék feladata és kialakítása

A lendkerék (42. ábra) feladata, hogy a munkavégző ütemben mozgási energiát halmozzon fel és azt a többi ütemben egyenletesen elosztva szolgáltatassa a munkagép vagy a traktor, vagy az autó járókerekei felé. Egyhengeres és kéthengeres négyütemű motorokban ezen kívül a lendkerék energiája mozgatja a motor dugattyút a meddőütemekben.



42. ábra Lendkerék kialakítása, lendkerékbe épített torziós lengéscsillapító



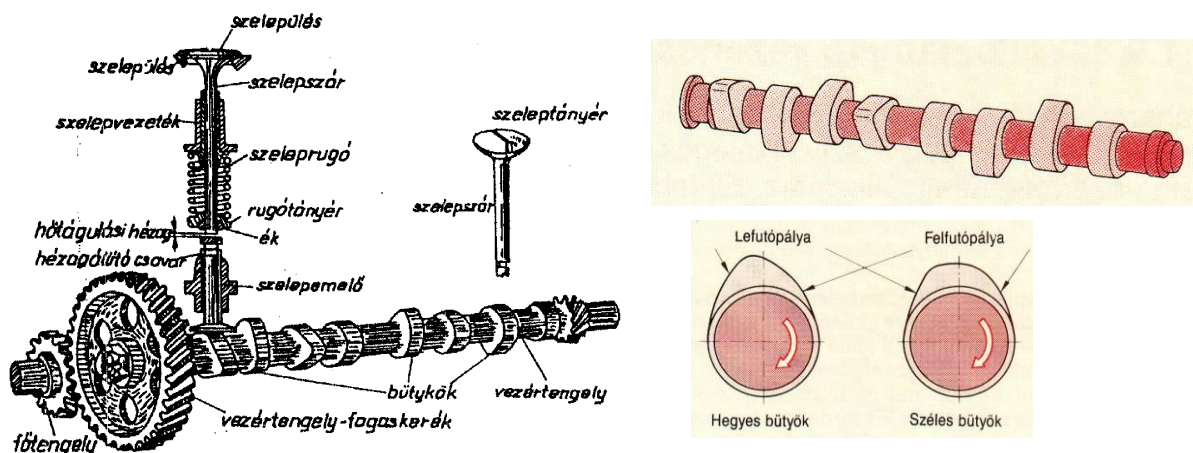
4. Szelepvezérlési rendszerek

A belsőégésű motorok minden munkaciklusa után az elégett gázterméknek el kell távoznia és a friss keveréknek, illetve levegőnek a hengerbe áramolnia. Ezt a folyamatot gázcserének nevezzük.

Mindkét feladatot megfelelő időben kell elvégezni, vezérelni, ahogy azt a szelepnnyitási és zárási diagramokból már megismertük. Amíg a belsőégésű motorok jelenlegi fejlettségi fokát elérték, nagyon sok vezérlési móddal kísérleteztek. Ezek a kísérletek vezettek a ma használatos kétféle vezérlési módhoz, a szelepes és a részvezérléshez. A négyütemű motorok főleg szelepes vezérlésűek, a kétüteműek vagy tisztán részvezérlésűek, vagy szeleppel kombinált vezérlésűek.

4.1 A négyütemű motorok vezérlése

A négyütemű motorok szelepes vezérlésűek. A szelepek kényszer-mozgatású, vezérelt szelepek. A szelep nyitását bütők (43. ábra), zárását pedig rugó végzi.

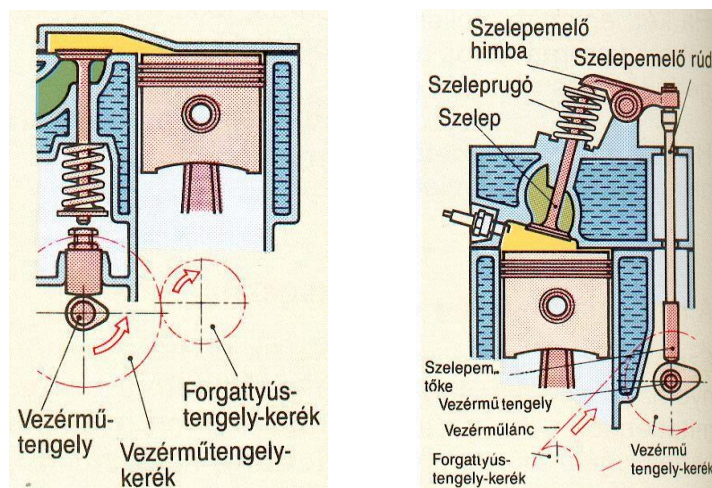


43. ábra Vezértengely és bütőkprofil kialakítása és felépítése

A vezértengelyt a főtengely végén elhelyezett fogaskerék hajtja meg. A vezértengelyen kialakított bütők megemeli a szelepemelő tökét, ez pedig hézagállító csavaron keresztül a szelepet felemeli a szelepülésről. A bütők elfordulása után a rugó a szelepet a rugótányéron keresztül a szelepfészekre szorítja. A vezérlőberendezés felépítése ettől eltérő is lehet, mert a szelepek elrendezési módja és szerkezeti kialakítása attól függ, hogy milyen a motor fordulatszám, a teljesítménye, az égéstér alakja. A szelepek helyzete és a vezértengely elhelyezése szerint megkülönböztetünk: állószelepes és függőszelepes vezérlést.

4.1.1 Állószelepes vezérlés (SV)

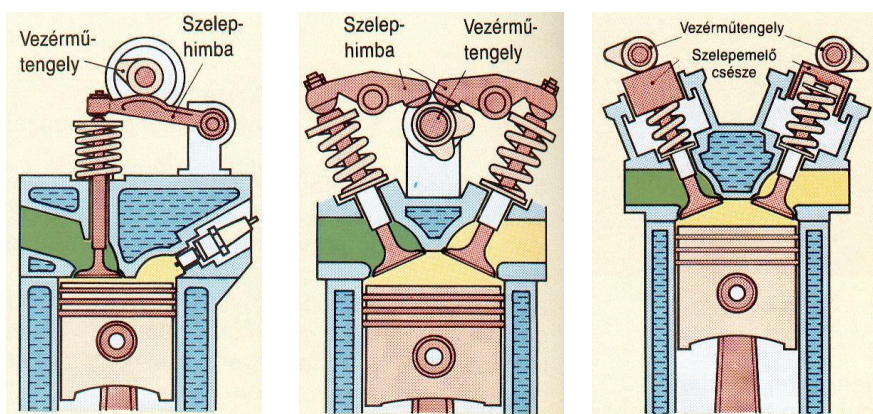
A szelepek tányérjukkal felfelé állnak. A vezértengely a motortömb oldalán helyezkedik el. Emiatt alulvezérelt, oldalszerleplelt motornak is nevezik (44. ábra). Az égéstér a szelepek felett helyezkedik el, ami az égés szempontjából nem a legkedvezőbb. Kopogástűrésük kicsi az elnyújtott égéstér miatt. Előnye az egyszerűség és a jó hozzáférhetőség. A vezértengely hajtása főtengelyről közvetlenül, egyetlen fogaskerékpár segítségével megoldható.



44. ábra Állószelepes vezérlés (SV) Függőleges vezérlés (OHV)

4.1.2 Függőszelepes vezérlés

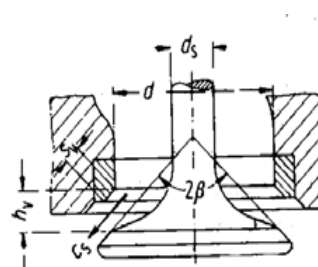
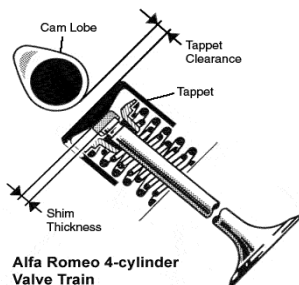
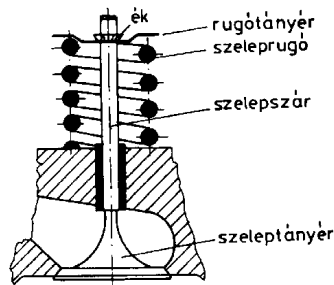
A vezértengely elhelyezése kétféle. Ha a vezértengely a szelep alatt helyezkedik el, alulvezérelt, felülszelepelt, ha felette, felülvezérelt, felülszelepelt vezérlésről beszélünk. A szelepek tányérjukkal lefelé, felülről függnak a kompressziótérbe vagy függőlegesen vagy ferdén. A függőleges szelepekhez az égésteret henger alakúra képezik ki. Ferdén elhelyezett szelepekkel a kompressziótér alakja kopogás szempontjából a legkedvezőbb. A szelepek átmérőjét növelni lehet, emiatt a volumetrikus hatásfok lesz jobb. Az alul elhelyezett vezértengely esetében OHV-vezérlésről beszélünk. Hátránya, hogy a mozgatott szerkezeti részek száma és tömege elég nagy. Ezeknek a felgyorsítása pedig különösen nagy fordulátú motoroknál erős rugót igényel. Ezért a korszerű nagyfordulátú motorokban a vezértengelyt felül helyezik el. A vezérlés neve OHC-vezérlés. Amennyiben két vezértengelyes megoldást alkalmaznak, DOHC vezérlésről beszélünk. A szeleprendezés – bár nagy fordulatszámot és kompresszióviszonyt tesz lehetővé – drága, ezért főleg csak verseny- és repülőmotorokban aláljuk. A vezértengelyt lánc-, vagy a fogazott ékszíjhajtás hajtja meg, de ismerünk királytengelyt is.(45. ábra).



45. ábra OHC, DOHC szelepvezérlési módszer elvi felépítése

4.2 Szelep és tartozékai

A szelep két fő része a szeleptányér és a szelepszár. A szelepet alaphelyzetben a szeleprugó tartja zárt helyzetben, ami a hengerfej és a szelepszáron rögzített rugótányér közé van befeszítve.



46. ábra Szelep és tartozékai

A szelephézag és szerepe:

A szelephézag a szelepmozgató szerkezet holtjátéka, ami lehetővé teszi, hogy a motor felmelegedésekor a szelepszár és a szelepmozgató elemek a hőmérsékletnövekedés miatt kitágulhassanak (46. ábra). A szelephézagot a gyártó által megadott módon és értékre kell beállítani, s időnként ellenőrizni kell.

5. Belsőégésű motorok tüzelőanyag- és levegőellátása

5.1 Belsőégésű motorok tüzelőanyagai

5.1.1 Dízelmotorok tüzelőanyagai

A dízelmotorok általánosan használt tüzelőanyaga a gázolaj (amit néha ezért dízelolajnak is neveznek), mely a kőolajból 250 - 350 °C-os lepárlással állítható elő. Mivel a dízelmotoroknál a tüzelőanyag öngyulladással ég el, ezért az egyik legfontosabb jellemzője a gyulladási készség, amit a cetánszám fejez ki. A cetánszám megállapításához két szénhidrogén, a jó gyulladási készségű *cetán* és a nehezen gyulladó *alfa-metil-naftalin* öngyulladási hajlamát vették alapul. A tüzelőanyag gyulladási hajlamát változtatható sűrítési viszonyú próbamotorban megállapítják, s meghatározzák, hogy az hány százalékos cetán - alfametil-naftalin keverék gyulladási készségének felel meg. Az ugyanolyan gyulladási hajlamú keverék cetántartalma %-ban kifejezve adja a cetánszámot. Dízelmotorok alternatív tüzelőanyagaként felhasználható *növényi olaj* is, pl. repceolaj, napraforgóolaj ("biodízel").

5.1.2 Otto-motor tüzelőanyagai

Otto-motorok legáltalánosabban használt tüzelőanyaga a benzin, amely ugyancsak kőolajszármazék, a kőolaj legalacsonyabb forráspontú (35 - 200 °C) párlata. Mivel az Otto-motorokban sűrítési ütemben a dugattyú a tüzelőanyag-levegő keveréket sűríti, ezért fontos, hogy az égés idő előtt öngyulladás következtében ne kezdődjön meg, tehát a tüzelőanyag jól bírja a kompressziót. A tüzelőanyag kompressziótűrését mutatja az oktánszám, ami tehát a cetánszámmal éppen ellentétes tulajdonságot jelez. Az oktánszám megállapítása hasonló, mint a cetánszámé: alapul választottak két szénhidrogént, a jó kompressziótűrésű *izooktánt* és a rossz kompressziótűrésű *normálheptánt*.

40

Szegei Tudományegyetem

Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.

www.u-szeged.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



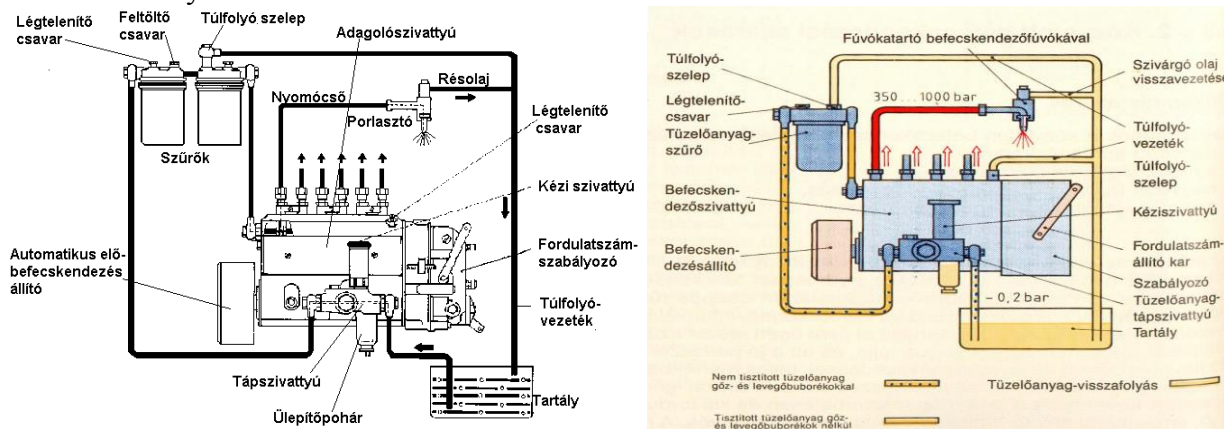
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

5.2 Dízelmotorok tüzelőanyag-ellátó rendszerének felépítése

A dízelmotorok úgynevezett *belső keverékképzésűek*, azaz a tüzelőanyag és a levegő a motor égésterében keveredik össze. A tüzelőanyagot a sűrítési ütem végén, a hengerben összesűrített, nagynyomású levegőbe kell rövid idő alatt beporlasztani. A jó porlasztás és ezáltal a megfelelő keveredés csak úgy érhető el, ha a gázolaj nyomása jelentősen meghaladja a hengerben uralkodó nyomást, ami a sűrítés végén 30-45 bar körül van. Ezért a tüzelőanyag-ellátó rendszer feladata a *megfelelő időpontban, pontos mennyiségben* történő beadagolás mellett a befecskendezéshez szükséges *nagy gázolajnyomás* létrehozása. Az erőgépeken alkalmazott adagolószivattyúk legalább 100-120 bar befecskendezési nyomást biztosítanak, de az újabb típusok 300-400 bart, míg a legkorszerűbb adagolószivattyúk 1000 bar fölötti befecskendezési nyomást is képesek előállítani (47. ábra).

Tartály

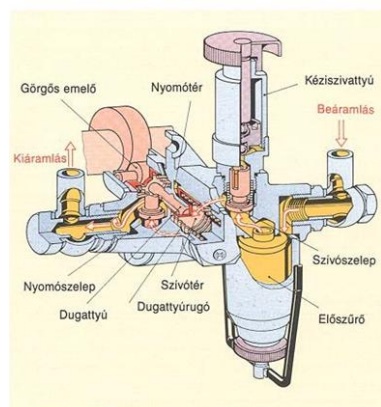
A tüzelőanyag tárolására szolgáló tartály acéllemezéből készül, általában *szűrőbetéttel* a durva szennyeződések kiszűrésére. Erőgépeknél a tartály térfogatát úgy határozzák meg, hogy egy munkanapot (10 üzemórát) teljes terheléssel végig tudjon dolgozni. A tartály rendszerint a fülke alatt helyezkedik el.



47. ábra Dízelmotorok tüzelőanyagellátó rendszere

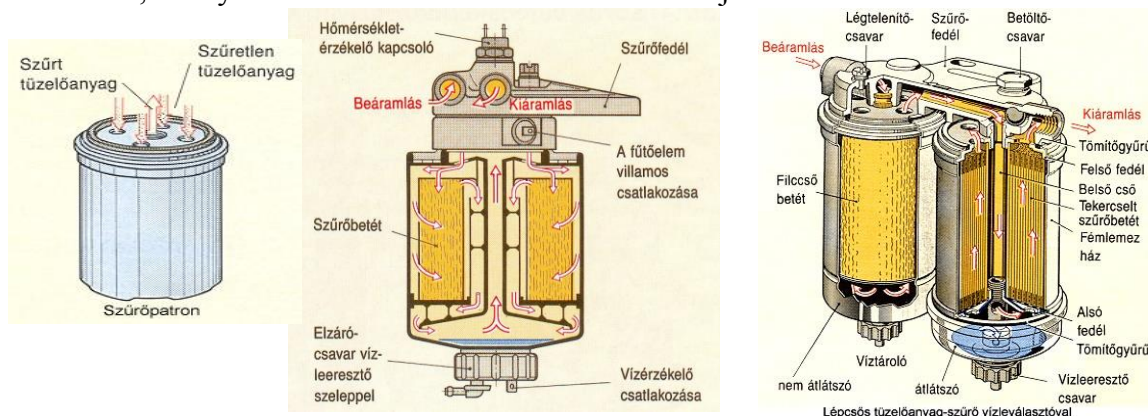
Tápszivattyú

A tápszivattyú feladata, hogy a tartályból az adagolószivattyúhoz szállítsa a gázolajat a szükséges mennyiségben és nyomással. A tartály és a tápszivattyú közötti csővezeték a *szívóág*, míg a tápszivattyú és az adagolószivattyú közötti szakasz a *kisnyomású ág*, amelyben 3-4 bar nyomás uralkodik. Ennél nagyobb nyomás esetén a túlfolyó szelep nyitja a tartály felé visszavezető utat, s ezzel visszaszabályozza a nyomásértéket. A tápszivattyúnak két *szűrőn* is át kell préselnie a gázolajat, melyeket rendszerint a kisnyomású ágba helyeznek el (48. ábra).



48. ábra Dugattyús tápszivattyú

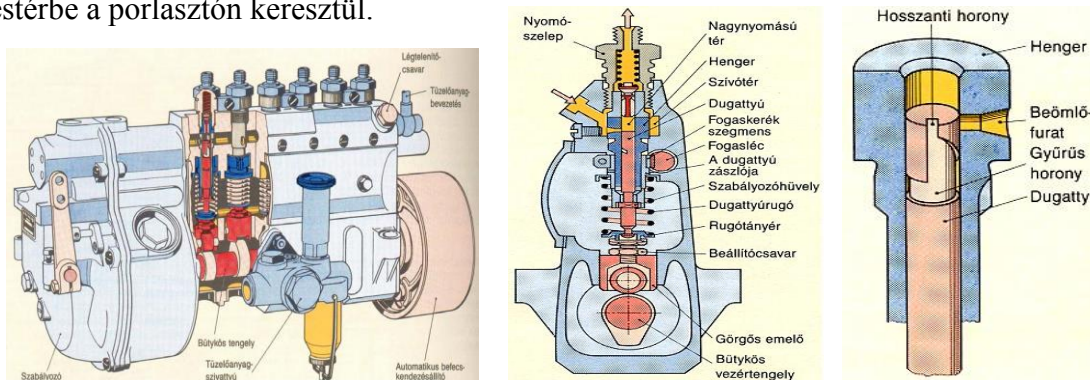
A tápszivattyú alján elhelyezett ülepítőpohár elsősorban a tüzelőanyagba került, gázolajnál nagyobb fajsúlyú víz kiülepítésére szolgál. Rendszerint átlátszó műanyagból készül, ezáltal könnyen megállapítható, mikor van szükség kiürítésére, tisztítására. Az adagolószivattyú és a porlasztók zavartalan működéséhez elengedhetetlen, hogy a gázolajban ne maradjanak szennyeződések. Ezek ugyanis koptatják az adagolószivattyú finoman megmunkált részeit és eltömíthetik a kis átmérőjű porlasztó furatokat. A szűrés ezért általában két lépcsőben valósul meg, két sorbakötött szűrőn keresztül (49. ábra). A szűrést végző elem lehet *papírbetét*, amelyet bizonyos üzemóránként cserélni kell, vagy lehet *nemezbetét* illetve *cellás szűrő*, amelyek karbantartás során kimoshatók és újra felhasználhatók.



49. ábra Dízelmotorok tüzelőanyagellátó rendszere tüzelőanyagszűrő

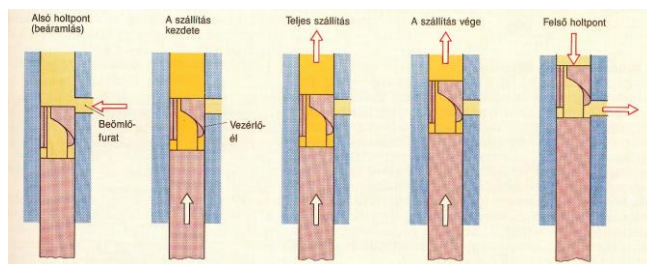
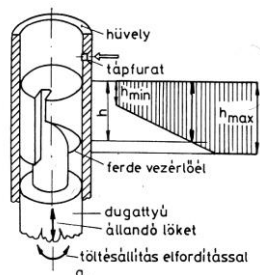
Adagolószivattyú

Az adagolószivattyút más néven befecskendezőszivattyúnak nevezik, s feladata a kívánt mennyiségű tüzelőanyag megfelelő időpontban, nagy nyomással történő bejuttatása az égéstérbe a porlasztón keresztül.



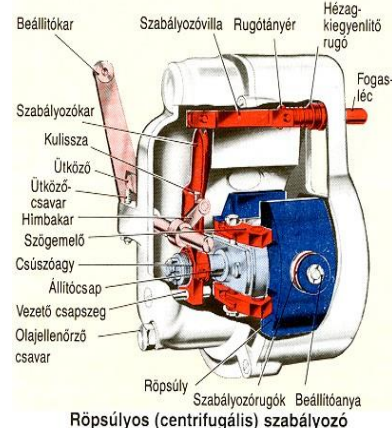
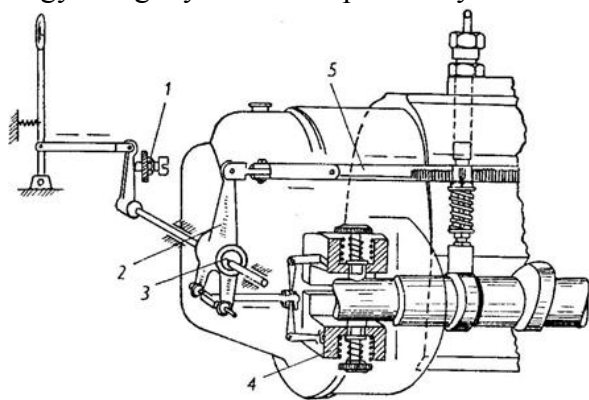
50. ábra Soros rendszerű Bosch adagoló felépítése

Az adagolószivattyúk kialakítás (50. ábra) szerint a következő rendszerűek lehetnek: a soros adagolószivattyúkban a motor minden hengeréhez tartozik egy-egy önálló kis adagolóelem, ami a hozzátartozó hengerbe adagolja a tüzelőanyagot; az elosztó rendszerű adagolószivattyúkban egyetlen adagolóelem található (51. ábra), ami után egy elosztórendszer mindig a soron következő hengerhez tartozó porlasztóba vezeti a tüzelőanyag adagot.



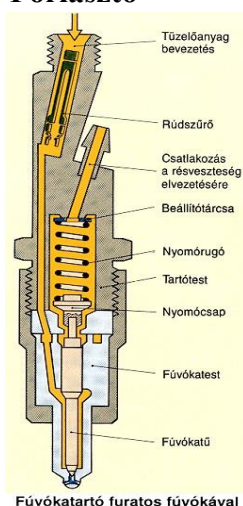
51. ábra Adagoló szivattyú működése

Az adagolószivattyúval egy egységben található az automatikus fordulatszám-szabályozó (52. ábra), ami traktorokon a vezető által beállított fordulatszámon tartja a motort: ha megnő a terhelés, automatikusan növeli a motorba adagolt gázolajmenyiséget, csökkenő terhelés esetén pedig csökkenti az adagnagyságot, hogy a fordulatszám állandó maradjon. Ugyancsak az adagolószivattyúhoz tartozik az automatikus előbefecskendezés állító, amely a motor fordulatszámának függvényében határozza meg az előbefecskendezési szöveget, vagyis hogy a dugattyú felső holtponthelyezete előtt mennyivel kezdődjön meg a befecskendezés.



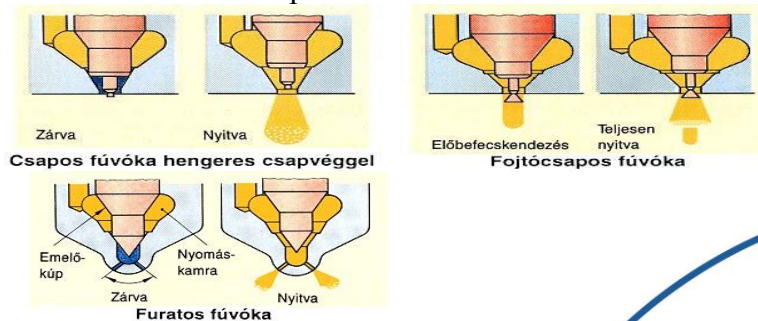
52. ábra Fordulatszám szabályzás technológiai folyamata

Porlasztó



A befecskendező porlasztók feladata (53. ábra), hogy az adagolószivattyú által nagy nyomással a motorhoz szállított gázolajat ködszerű cseppecskékre bontva az égésterbe juttassák, ezáltal elősegítsék a motor égésterében a gyors és egyenletes keverékképzést.

53. ábra Porlasztó felépítése

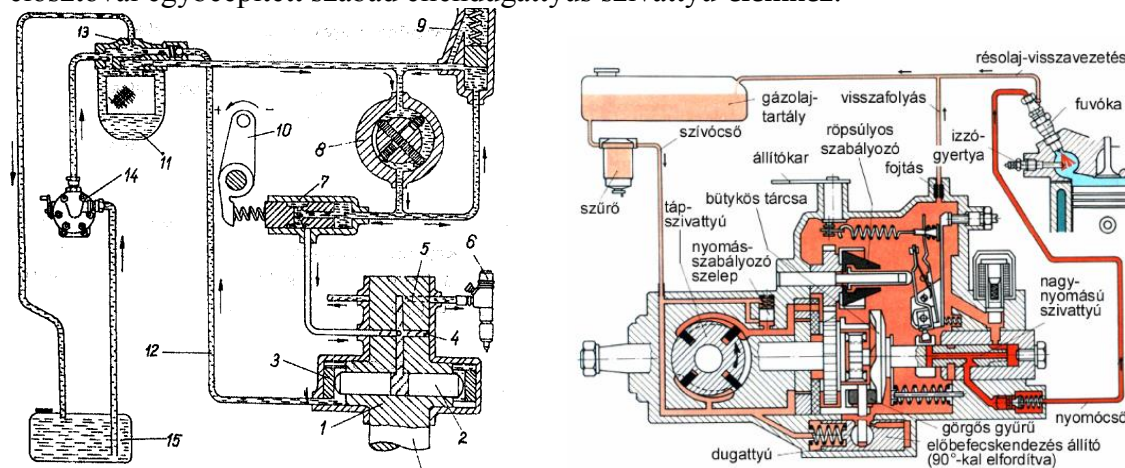


Csővezetékek

A tartálytól a tápszivattyúig tartó szakasz a szívóág, a tápszivattyútól az adagolóig tart a kisnyomású vezeték, míg az adagolótól a porlasztóig vezető nagynyomású szakaszok a nyomócsövek. Az adagolószivattyútól vagy a szűrőktől a tartály felé vezet vissza a többlet gázolajat a túlfolyócső, míg a porlasztóknál elszivárgó résolajat a résolajvezeték ugyancsak a tartályba juttatja vissza.

5.2.1 Szabad ellendugattyús változó löketű adagolószivattyú

A rendszer elvi vázlatát a 54. ábra-n tanulmányozhatjuk. A tüzelőanyag az előszivattyún, majd a forgólapátos tápszivattyún és töltésszabályozón keresztül jut a forgó-elosztóval egybeépített szabad ellendugattyús szivattyú-elemhez.



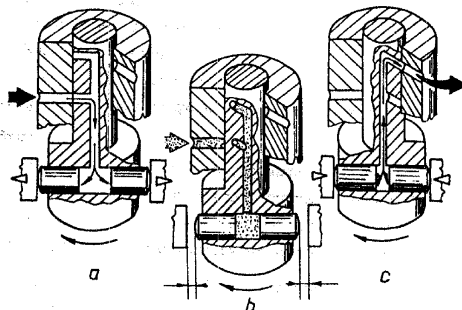
54. ábra A szabad ellendugattyús adagolószivattyúval szerelt tüzelőanyag-ellátó rendszer (CAV)

1. az elosztófej forgórésze, 2. szabad ellen-dugattyúpár, 3. löketvezérlő gyűrű, 4. szívócsatornák, 5. nyomócsatorna, 6. porlasztó, 7. töltésszabályozó fojtótollatvány, 8. forgólapátos tápszivattyú, 9. tápnyomás-szabályozó, 10. töltésszabályozó kar, 11. tüzelőanyag-főszűrő, 12. résolaj-visszavezető cső, 13. nyomásszabályozó szelep, 14. előszivattyú (alap tápszivattyú), 15. tüzelőanyag-tartály, 16. elosztótengely

A dugattyúkat a butykös gyűrű mozgatja, a görgös emelőtöke közvetítésével. Az emelőbutykösök a gyűrű belső felületén helyezkednek el. Számuk megegyezik a motor hengereinek számával. A dugattyúk szívólöketét, s egyben az emelőtökék vezérlőgyűrűre szorítását az előszivattyú létesítette tüzelőanyag-túlnyomás hozza létre. Az elosztótengely központi furatához a motor hengerszámaival azonos beömlőfurat és egy nyomófurat csatlakozik. A beömlőfuratok egy síkban helyezkednek el. Az elosztótengelyt körülvevő öntvényházon egy beömlőcsatlakozás és a hengerek számának megfelelő nyomócsőcsatlakozás található.

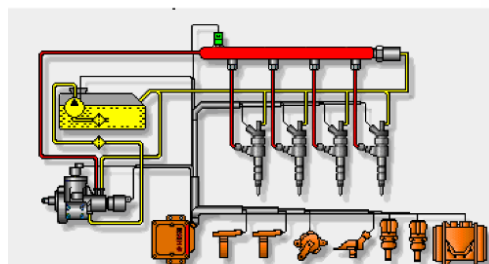
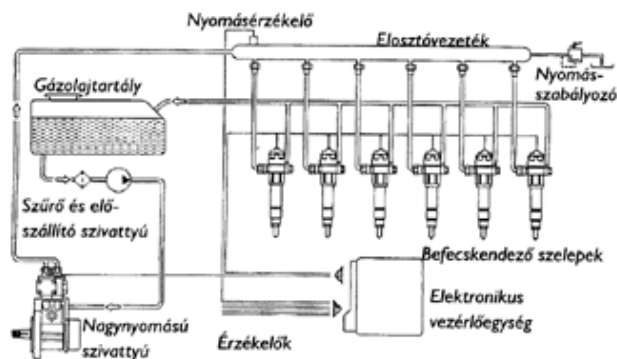
A szivattyú két üteme a 55. ábrán figyelhető meg. Tüzelőanyag csak akkor áramolhat az adagolóba, ha a ház és az elosztó valamelyik beömlő furata egybeesik. (55. ábra, a).

Az elosztótengely továbbfordulásakor (55. ábra, b) záródik a beömlőnyílás, majd a nyomófurat fokozatos átmenettel csatlakozik valamelyik nyomáscsatornához (55. ábra, c). A befecskendező löket akkor következik be, amikor – az elosztó forgása közben – az emelőtőke görgői felfutnak a gyűrű egymással szemben elhelyezkedő bütykeire.



55. ábra Az ellendugattyús szivattyú működése

5.2.2 A közös nyomócsöves (common-rail) befecskendező rendszer

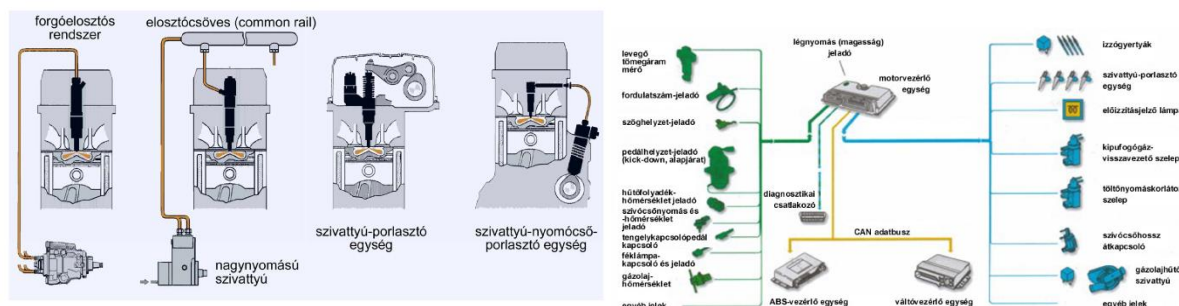


56. ábra A közös nyomócsöves befecskendező rendszer felépítése

Az eddig leírt befecskendező berendezésektől alapvetően különbözik a közös nyomócsöves rendszer működése és felépítése. Számos vélemény szerint ez az a befecskendező rendszer, amelynek a jövőben nagyon széles körű elterjedése várható. A common-rail, vagy másképpen a közös nyomóterű rendszer felépítése az (56. ábra) látható. A tüzelőanyag tartályból előtápszivattyú juttatja a gázolajat a főszűrőn keresztül a nagynyomású szivattyúegységbe. Ez magas (jelenleg szokásos rendszerekben max. 2000 bar) nyomással szállítja a hajtóanyagot az elosztócsőbe. A motor aktuális üzemi állapotának megfelelő nyomás nagyságát a központi elektronika határozza meg és a nyomásszabályozó szeleppel állítja be, az elosztócsőben meglévő pillanatnyi nyomás értékét pedig egy piezoelektromos nyomásérzékelővel méri. A befecskendező szelepeket nagyszilárdságú nyomócső köti össze az elosztócsővel. A befecskendezés az elektromágnessel működtetett befecskendező szelep nyitásakor kezdődik és a szelep zárásáig tart. Ennek a befecskendező rendszernek előnye, hogy a befecskendezés kezdeti értéke széles tartományban változtatható,

EFOP-3.4.3-16-2016-00014

a befecskendezés időbeni lefolyása, az elő- és a főadag mennyiségének és időtartamának pontos és a motor igényeinek legmegfelelőbb kialakítása lehetséges, sőt az utóadag befecskendezésének a lehetősége is adott. A befecskendezési nyomás szabadon megválasztható alacsony fordulatszámokon és kis terhelés esetén is, a befecskendező fűvókákon és kis terhelés esetén is, a befecskendező fűvókákon a teljes elosztócső nyomás jelenik meg, nem csak a nyitónyomás. A befecskendezett hajtóanyag mennyiségét is a nyomás és a befecskendező szelep nyitvatartási ideje együttesen határozza meg (57. ábra).



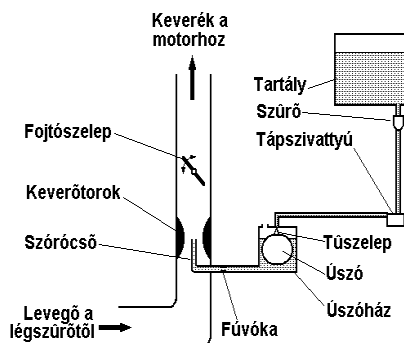
57. ábra EDC rendszerek, dízel motorok idővezérlése

5.3 Otto-motorok tüzelőanyagellátása

Az Otto-motorok külső keverékképzésűek, a szívószelepen keresztül tüzelőanyag-levegő keveréke áramlik a hengerbe. Az előállított benzin-levegő keverék optimális légviszonya normál üzemmódban $\lambda \cong 1$, tehát annyi levegőt tartalmaz, amennyi a keverékben lévő tüzelőanyag elégetéséhez szükséges. Ilyenkor a leggazdaságosabb a motor üzemeltetése, s a károsanyag kibocsátás is kisebb. Ha légtelesebb van, tehát a légviszony értéke 1 fölötti ($\lambda > 1$), benzinben szegény, ha pedig léghiány van ($\lambda < 1$), benzinben dús keverék képződik.

5.3.1 Karburátoros tüzelőanyag-ellátó rendszer

Elemi karburátoros rendszer (58. ábra) a tüzelőanyag-tartály tárolja a tüzelőanyagot. A tüzelőanyag-tartálytól a karburátor úszóházáig vagy gravitációs úton jut el a benzin (ilyenkor a képen látható módon a tartálynak magasabban kell elhelyezkednie, mint az úszóház), vagy egy tápszivattyú szállítja. Az úszóházban a benzin tetején lebegő úszón található tűszelep a benzinszint emelkedése esetén elzárja a benzinbefolyó-cső nyílását, s így önműködően szabályozza az úszóházban a benzinszintet. Az úszóházból kiinduló szórócső vége a levegőszívócsőben kialakított keverőtorokba nyúlik. A benzinnek a szórócsőben egy kalibrált furaton, az úgynevezett fúvókán kell átfolynia, ennek átmérője meghatározza a karburátor benzinadagolását. A légszűrőtől érkező levegő áramlása a keverőtoroknál kialakított szűkületben felgyorsul, szívóhatás keletkezik, s a levegő a szórócső nyitott végéből apró benzincseppeket ragad magával. Az apró cseppekből a benzin gyorsan elpárolog. A keverék útjába épített fojtószelep (pillangószelep) állását a vezető a gázpedál lenyomásával változtatja, s ezzel szabályozza a motorba jutó keverékmennyiséget.

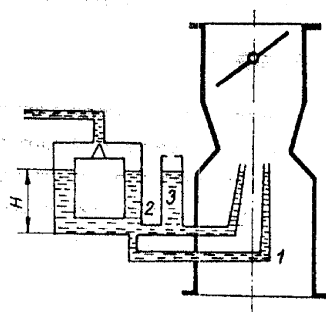


58. ábra Elemi karburátoros rendszer

A fenti egyszerű, egyfűvókás karburátor csak egy bizonyos levegőszállításhoz, azaz a motor egy adott fordulatszáman ad megfelelő arányú ($\lambda = 1$) keveréket. Kisebbségi levegőszállításhoz benzinen szegény ($\lambda > 1$), nagyobb levegőszállításhoz benzinen dús keverék ($\lambda < 1$) képződik. A keverék-összetételnek azonban a motor fordulatszám-változásaitól függetlenül állandónak kell maradnia, s ennek biztosításához különböző műszaki megoldásokat alkalmaznak, pl. változó fűvókaátmérő, kiegészítő fűvókák, változó légterek, stb. A karburátor kiegészítő berendezései a motor különleges üzemi helyzeteiben biztosítják a megfelelő keverékképzést. Ezek a következők: alapjáratú fűvóka, amely a fojtószelep zárt állásában biztosítja a motor alapjáratához szükséges keverékmennyiséget; hidegindító, amely biztosítja, hogy a motor hidegindításakor benzinen dús keverék képződjön, mivel a benzin egy része ilyenkor a keverékből kicsapódik a hideg alkatrészekre, s nem jut el a motor égésterébe; gyorsítószivattyú, amely a gázpedál hirtelen lenyomásakor többlet tüzelőanyagot juttat a keverőtérbe.

Kiegészítő fűvókás karburátor (Zenith porlasztó)

Az egyfűvókás karburátor hibáit felismerve Bavary kísérleteket folytatott és ennek eredményeképpen szerkesztette meg a „Zenith” porlasztóját. Két fűvókát alkalmazott, a főfűvókát (1) és a kiegészítő fűvókát (2). (59. ábra) A főfűvókát közvetlenül az úszóházban helyezte el, a kiegészítő fűvóka az úszóház mellé kapcsolt és a szabad levegővel össze-köttetésben álló kiegészítő akna aljában kapott helyet. A porlasztócsövek a légterek legszűkebb pontjába torkolnak.



59. ábra Kiegészítő fűvókás
47

Szegei Tudományegyetem

Cím: 6720 Szege, Dugonics tér 13.

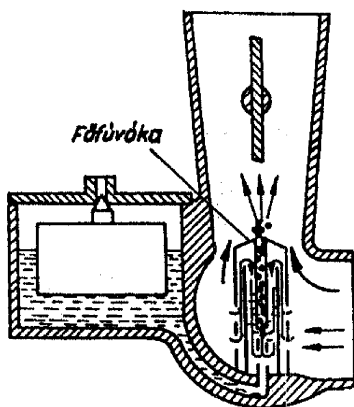
www.u-szege.hu

www.szechenyi2020.hu

A fordulatszám növekedésével az aknából elfogyó üzemanyaghoz levegő keveredik, s a keverék dúsulását megakadályozza. A főfűvóka a motor nagy fordulatszámának megfelelően adagol, míg a kiegyenlítő fűvóka csak időegységben ad állandó mennyiséget.

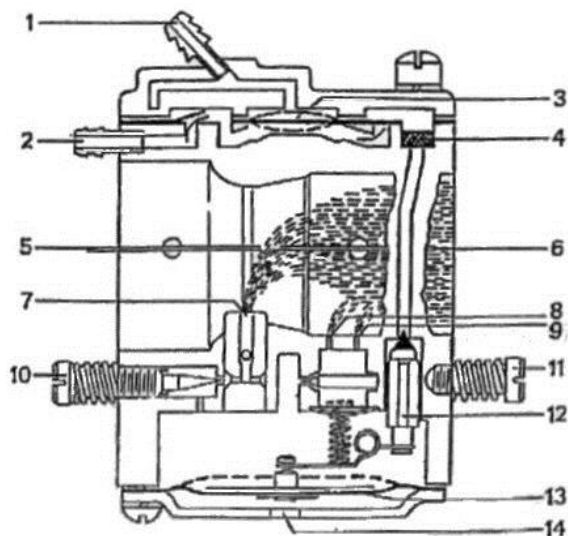
Féklevegő fűvókás karburátor

Az első féklevegős-rendszerű karburátor a Claudel porlasztó volt (60. ábra).



60. ábra Claudel karburátor

Főfűvóka rendszere három egymásba nyúló csőből áll. Az üzemanyag a középső csövet az úszódob és tűszelep meghatározta szintig tölti fel. A fojtószelep nyitásakor a porlasztón átáramló levegő a borítócső nyílásain keresztül beáramlik és nyomást gyakorol a középső csőben levő üzemanyagra. A középső cső alján féklevegő-furatok vannak, amelyek a szintcsökkenés következtében szabaddá válnak és rajtuk keresztül levegő áramlik a hajtóanyaghoz. Ez meggátolja a keverék dúsulását, ezáltal viszonylag azonos a keverési arány a motor fordulatszámának egész tartományában (61. ábra).

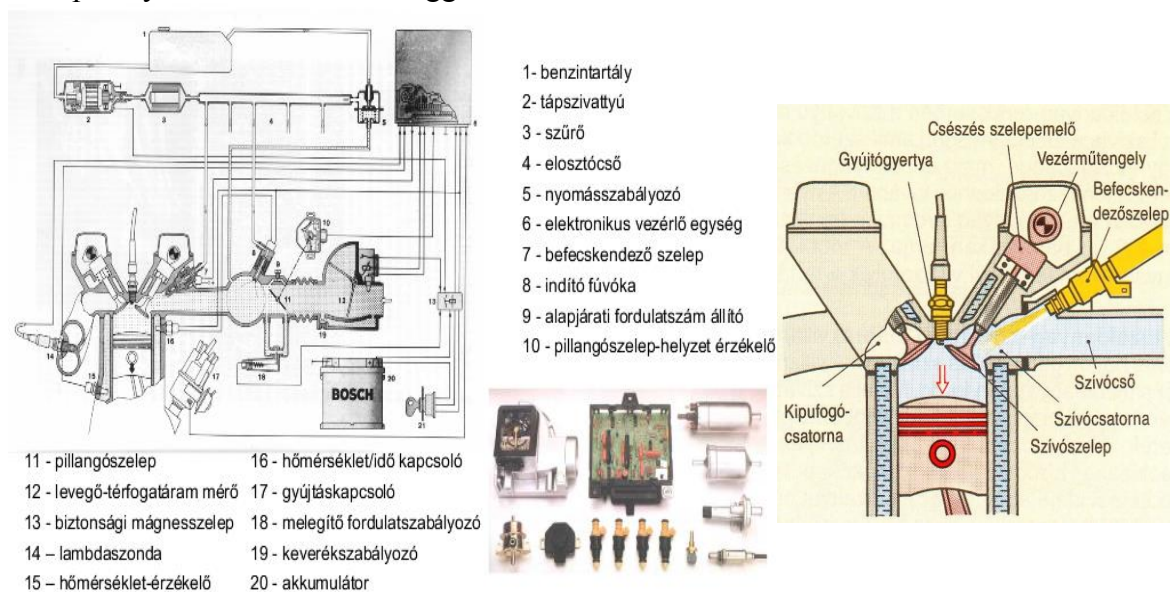


1. Visszafolyó cső
2. Üzemanyag csatlakozás (szívóág)
3. Membránszivattyú
4. Üzemanyagszűrő
5. Indító csappantyú
6. Fojtószelep
7. Főfűvóka
8. Szekunder üresjárat szelep
9. Primer üresjárat szelep
10. Max. ford. állító csavar
11. Üresjárat ford. állító csavar
12. Szabályzó tű
13. Szabályzó membrán
14. Összekötés környezeti levegővel

61. ábra Motoros fűrészfűtőanyag-rendszer

5.3.2 Benzinbefecskendezés

A benzinbefecskendezéses (injektoros) rendszerek sem valósítják meg Ottomotoroknál a belső keverékképzést, a befecskendezés ugyanis nem az égéstérbe, hanem a szívás ütemének végén a szívószelep elé, a levegőszívó csőbe történik. A manapság alkalmazott benzinbefecskendezéses rendszerek többsége elektronikus vezérlésű. Ezeknél a szívócsőbe befecskendezett benzin mennyiségét egy elektronikus vezérlőegység határozza meg elektromos érzékelőkkel mért paraméterek (szállított levegő mennyisége, hőmérséklete, motorfordulatszám, hűtővíz hőmérséklet, kipufogógáz-összetétel stb.) alapján. Az egyik rendszer, az L-Jetronic elvi felépítését mutatja a 62. ábra A tüzelőanyagot egy elektromos szivattyú szállítja egy szűrőn keresztül a befecskendező szelepekhez (injektorok). A szállítónyomás 2,5-3 bar, amit a nyomásszabályozó szelep tart állandó értéken. Hengerenként egy-egy elektromágneses befecskendező szelepet alkalmaznak, amelyek a szívószelep elé, a levegőszívócsőbe irányítják a beporlasztást. A motor tüzelőanyag-szükséglete szempontjából fontos információkat mérőérzékelők fogják fel, villamos jelekké alakítják, és a vezérlőberendezéshez továbbítják. Ezeket feldolgozva határozza meg a vezérlőegység a befecskendező szelepek nyitási időpontját és időtartamát. Az adagolás tehát a befecskendező szelepek nyitási időtartamától függ



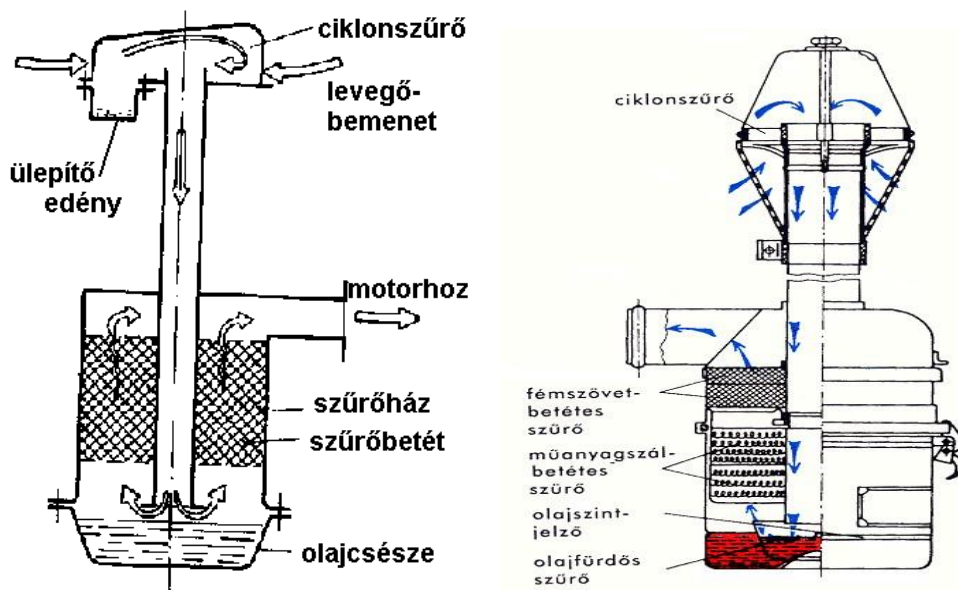
62. ábra Elektronikus benzin befecskendezés L-Jetronic szerkezeti felépítése

5.4 Belsőégésű motorok levegőellátása

5.4.1 Légszűrők

Szántóföldi körülmények között a levegő portartalma száraz talaj esetén $1-2 \text{ g/m}^3$ is lehet. Ezért fontos a motorba kerülő levegő alapos megsűrítése, amit erőgépeken többlépcsős szűréssel, úgynevezett kombinált szűrővel valósítanak meg. A kombinált légszűrők egyik leggyakoribb változatát mutatja a 63. ábra.

Az első lépcső a cirkulációs szűrő vagy más néven ciklonszűrő, amelyben a belépő levegő forgó mozgásra, majd hirtelen irányváltásra kényszerül. A centrifugális erő következtében a porszemcsék a kerület mentén lévő ülepítőedénybe csapódnak, míg a levegő közepén továbbhalad. Az ülepítőedényt naponta, poros körülmények között dolgozva pedig naponta többször is ki kell üríteni. A következő lépcsőben az áramló levegő nekiütközik egy olajfelszínnek, amibe a levegőben lévő porszemcsék belecsapódnak. Ez az olajtükrös szűrő, amelynél a levegő ismét irányt változtat, s harmadik lépésben egy betétes szűrőn halad át. A szűrőben olajjal nedvesített, sűrű fémhálót találhatók. Az olajtükrös szűrő olajcseréjét és a betétes szűrő átlósát általában heti karbantartás keretében kell elvégezni.



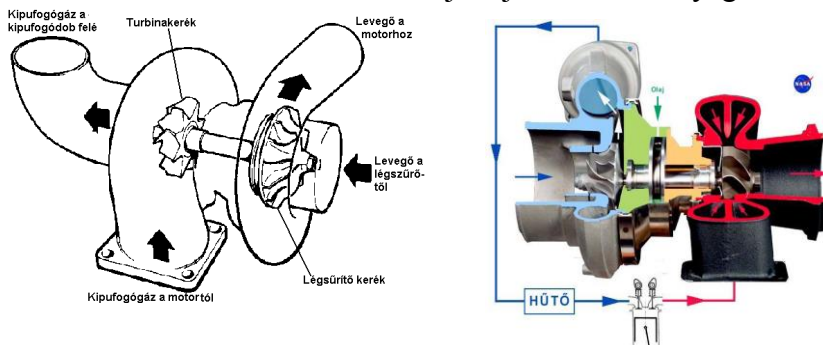
63. ábra Kombinált légszűrő

5.4.2 Feltöltők

Egy adott méretű motor teljesítménye jelentősen megnövelhető, ha a szívás ütemében a levegő nem csak a dugattyú szívóhatása következtében áramlik a hengerbe, hanem abba légsűrítő vagy légbefúvó berendezés többletlevegőt juttat. Ily módon ugyanis a nagyobb levegőmennyiséghez több tüzelőanyagot lehet adagolni, s megnő az egy körfolyamat során nyert munka. A feltöltőket a meghajtás módja szerint két csoportra lehet osztani:

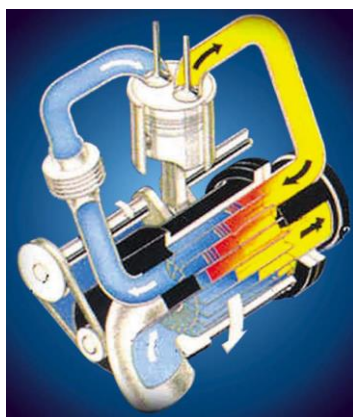
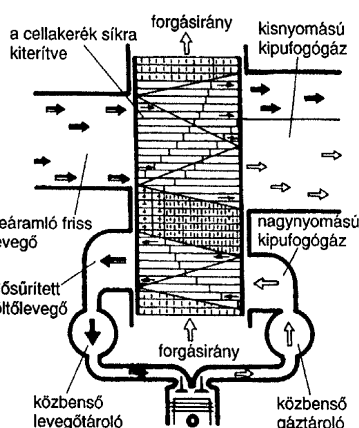
A mechanikus meghajtású feltöltők meghajtásukat a motor főtengelyéről kapják. Ilyen például a kétütemű dízelmotornál említett Roots-fúvó. A Roots-fúvó két forgó része egymással szemben forogva a ház fala mentén szállítja át a levegőt egyik oldalról a másikra. A mechanikus feltöltők előnye, hogy már alacsony fordulaton is biztosítják a megfelelő levegőszállítást, hátrányuk viszont, hogy a főtengely teljesítményének egy részét a feltöltő hajtására kell fordítani, ezáltal romlik a motor hatásfoka. Négyütemű motoroknál ritkán alkalmazzák ezt a megoldást. A turbófeltöltő (64. ábra) a motorból kiáramló kipufogógázok energiáját hasznosítja.

A kipufogógázt egy *turbinakerék* lapátjaira vezetik, s az áramló gázok megforgatják a turbinakereket. A turbínával együtt forog a vele közös tengelyen csapágyazott *légsűrítő* lapátkereke, ami a légsűrítőtől érkező tiszta levegőt a hengerekbe nyomja. A turbina és a légsűrítő fordulatszáma a kipufogógázok áramlásától függ, amit végső soron a motor fordulatszáma határoz meg. A turbótöltő kis fordulatszámon nem biztosít hatékony feltöltést, előnye viszont, hogy a kipufogógáz mozgási energiáját hasznosítja, és különösen részterhelésnél a motor hatásfokát javítja és a károsanyag kibocsátását.



64. ábra Turbó feltöltő

A Comprex-feltöltőben a gázoszlopban keletkező nyomás hullamákat használják ki. A Comprex-feltöltő neve a Compression és Expansion szavakból jött létre (65. ábra). A feltöltő cella-kerekét a forgattyústengely direkt módon hajtja. A forgórész a légszekrényben van csapágyazva. Az égéshez szükséges levegőt a légszekrény vezeti a forgórész celláiba és onnan a motorba. A gázszekrény a kipufogó gázokat vezeti a forgórész celláiba és onnan a kipufogócsőbe. A töltő működése során a forgórész friss levegővel töltött celláiba a beáramló kipufogó gázok elősűrítik a levegőt, majd a celláskerék forgása során szabaddá válik a hengerbe ömlés nyílása, és ezáltal a friss levegő a hengerbe áramlik. A Comprex-feltöltő már kis fordulatszámra nagy töltőnyomást hoz létre, amelyre a motor késlekedés nélkül reagál és ezáltal részterhelésen is nagy a motor rugalmassága.

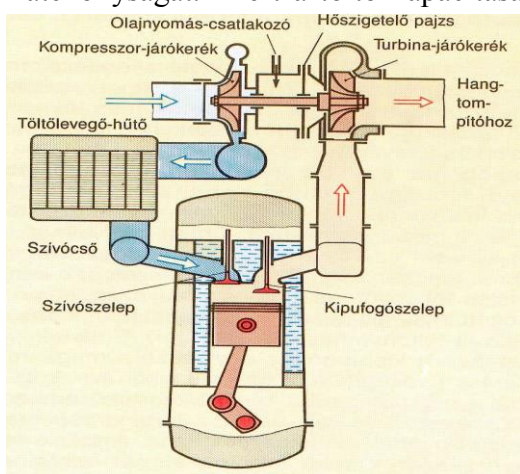


65. ábra A gázok áramlása Comprex feltöltőben

A turbófeltöltő légszállításához megfelelő energia tartalmú kipufogó gáz szükséges. Ezt a motor csak egy meghatározott határ fordulatszám esetén képes előállítani. A turbófeltöltők tehát csak egy fordulatszám felett szállítanak friss levegőt a hengerbe, és ezáltal növelik a volumetrikus hatásfokot. E fordulatszám alatt a turbófeltöltő a szívási ellenállást, és így a motor veszteségeit növeli.

Hátrány az is, hogy a turbófeltöltő nemcsak a friss töltet nyomását, hanem hőmérsékletét is növeli. Ez igen kedvezőtlen a motor hőmérlegére, mert a termikus hatásfok a beszívott töltet és az égési vég hőmérséklet különbségétől függ.

A nagyobb hőmérsékletű levegő sűrűsége kisebb, amely szintén rontja a töltő hatékonyságát. Ezért a töltő kapacitásának növelése érdekében az elősűrített levegőt hűteni célszerű.



A friss töltet hűtését vagy a hűtővízzel, vagy a környezeti levegővel végzik. Ezek szerint megkülönböztetünk víz-levegő és levegő-levegő hűtőket.

Ezeket összefoglaló névvel intercoolereknek nevezik. A 66. ábra a turbófeltöltővel és levegő visszahűtővel ellátott motor elvi sémáját mutatja. A levegő visszahűtésének előnyei, hogy megnő a friss töltet tömege, továbbá hideg, friss töltet a henger hőmérsékletét csökkenti. A friss töltet tömegének megnövelésével a hőmérséklet egyidejű csökkenése mellett a motor teljesítménye jelentősen megnövelhető.

66. ábra Feltöltés, levegő visszahűtéssel

6. A belsőégésű motorok hűtése

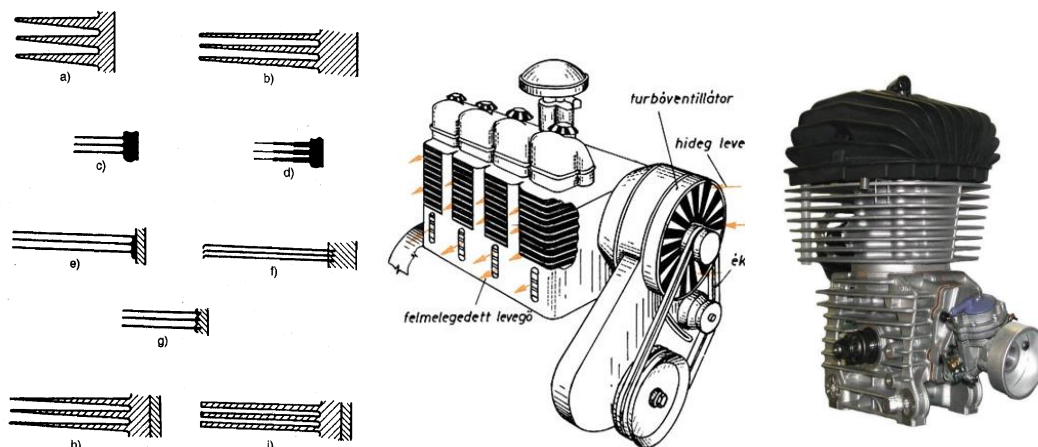
A belsőégésű motorban lejátszódó égési folyamat következtében keletkező hő jelentős részét hűtéssel kell elvezetni, hogy a motor alkatrészei ne melegedjenek túl, s egyenletes üzemi hőmérséklet alakuljon ki. Elégtelen hűtés esetén a motor túlmelegszik, a kenőolaj elég, és a kenés megszűnése miatt a motor üzemképtelenné válik. A túlhűtés is hátrányos, mert túlfogyasztást okoz, rontja a motor hatásfokát. A fölösleges hő a környezeti levegőnek kell átadni. Ha a hőátadás közvetlenül történik, léghűtésről van szó, ha pedig közvetítőközeg, azaz hűtővíz segítségével, akkor vízhűtéses a motor. A belsőégésű motorokban a tüzelőanyaggal bevezetett kémiai energia erővé alakul át. A lezajló égésfolyamat során az égéstérben 2000 °C feletti hőmérsékletek is előfordulnak. A keletkezett hőmennyiség csak egy része alakul át hasznos munkává, míg a nagyobbik része munkavégzés nélkül távozik a motorból a kipufogógázokkal, sugárzással, a fennmaradó részt pedig hűtéssel vonják el. A hűtésre az alkatrészek termikus túlterhelésének megakadályozása miatt van szükség, mert az alkalmazott anyagok túlzott hőterhelése csökkenti az alkatrészek szilárdságát, növeli a kopást.

6.1. Léghűtés

A léghűtés, melynél a főtengelyre ékelt lendítőkerékre szerelt ventilátor segítségével keltett légáram végzi a motor hűtését. A belsőégésű motorok hűtése közvetlenül a környezeti levegő felhasználásával is megoldható. A motorfejlesztés első évtizedeiben a vízhűtés volt az egyetlen járható út arra, hogy a veszélyeztetett motoralkatrészeket a túlzott hőterheléstől megvédjék. A jó hővezetőképességgel rendelkező könnyűfém-ötvözetek felhasználása a motorgyártásban tette lehetővé a léghűtés alkalmazását. Mind a folyadékűtés, mind a léghűtés alkalmazható a belsőégésű motorok hűtésére, csupán azt a kérdést indokolt megválaszolni, hogy adott üzemeltetési körülmények között melyiket célszerű alkalmazni. A léghűtésnek a vízhűtéssel szemben vannak előnyei és hátrányai. Előnyként jelentkezik az érzéketlenség és igénytelenség, jó hatásfok a nagyobb hőmérsékletkülönbség miatt, gyorsabb felmelegedés, kisebb helyszükséglet. Hátránya azonban a nagyobb zajszint, többnyire nagyobb teljesítményigény, a motoralkatrészek nagyobb termikus igénybevétele valamint a gépjármű fűtése az ingadozó levegőhőmérséklet és a rendszer kisebb hőkapacitása miatt.

A bordázat kialakítása. A hőszállítási tényező értéke fém és levegő között kicsi, ezért a jobb hőátadás érdekében ventilátor segítségével megfelelő légáramlási sebességet kell létrehozni, ezenkívül a henger és a hengerfej felületét bordázattal a többszörösére kell növelni. A hengeren és a hengerfejen kialakított bordázat felületének aránya az s/D löket/furat aránytól függ. Az $s/D=1$ esetben a hengerfej vezeti el a teljes hőmennyiség $2/3$ részét, $1/3$ részt a hengereken kialakított bordázat adja át a hűtőlevegőnek. Az $s/D = 1,5$ esetben a helyzet megváltozik, a henger a teljes hőmennyiség $2/3$ -át, a hengerfej $1/3$ -át adja át. A hűtés hatásossága azzal javítható, ha hűtőlevegőt terelőlemezekkel a bordák közé irányítjuk úgy, hogy az intenzívebb hűtést igénylő részek több levegőt kapjanak. A bordákat hosszúra és vékonyra kell gyártani, hogy a levegőáramlásra megfelelő keresztmetszet álljon rendelkezésre.

A hőmennyiséget a bordák tövétől is el kell vezetni, ezért a bordákat jó hővezetésű anyagból kell készíteni. (67. ábra), leggyakrabban alkalmazott, viszonylag jó hővezetésű anyag az alumínium és ötvözetei.

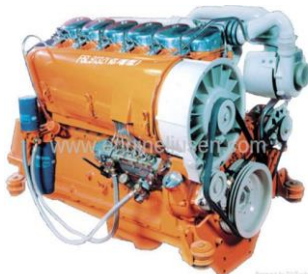


67. ábra Különböző technológiával készített bordák

a, b) öntött kivitel; c) d) forgácsolással kialakított; e) forrasztással vagy hegesztéssel kialakított; f) beöntött; g) hengerelt; h) i) perselyezett kialakítással

Ventilátorok

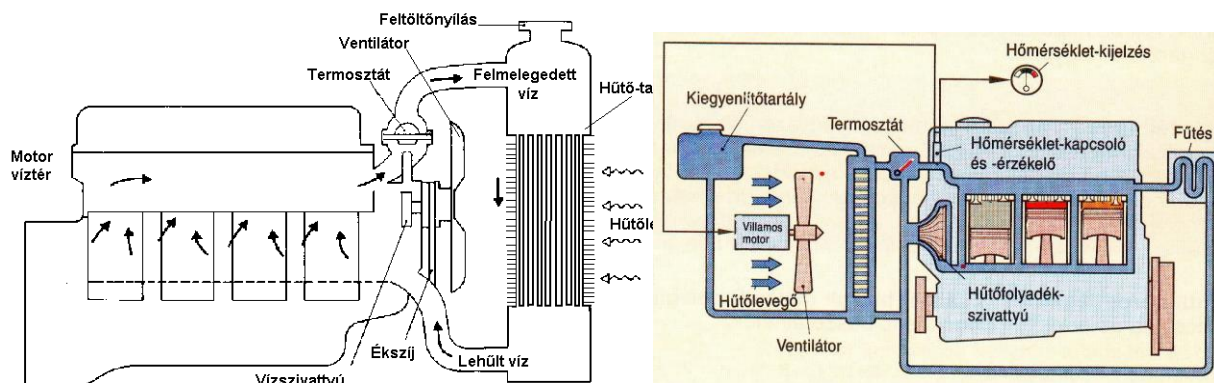
A léghűtéses motorok hűtéséhez szükséges levegőt (motorkerékpár-motorok, repülőgépmotorok kivételével)- ventilátor szállítja. A hűtőlevegőt szállító ventilátor a levegőt olyan energiaszintre növeli, hogy fedezze az áramlási ellenállásokból adódó veszteségeket, valamint a be- és kilépő keresztmetszetben mért fajlagos mozgási energia különbségeit (68. ábra).



68. ábra Különböző ventilátorok alkalmazása

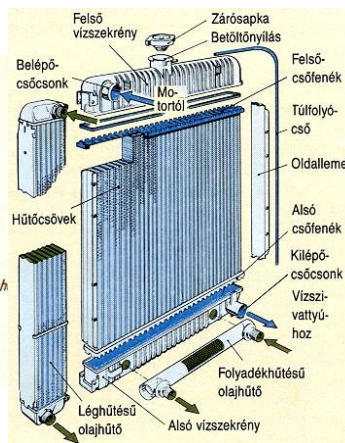
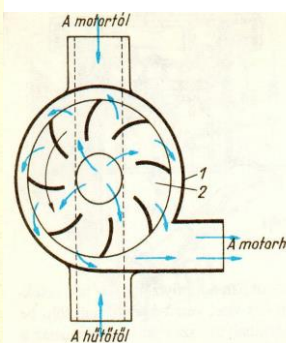
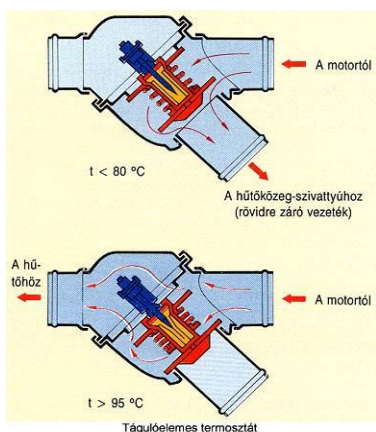
6.2 Folyadékűtés

Az általánosan alkalmazott kényszercirkulációs (szivattyús) folyadékűtés felépítését mutatja a 69. ábra. A hűtőfolyadék a motor hűtőviztere és a motor előtt elhelyezkedő hűtőtartály között kering, a folyamatos áramlást egy keringető szivattyú biztosítja. A hengertömbben és a hengerfejen kialakított hűtővízcsatornában felmelegedő hűtővíz a felső csővezetéken lép be a hűtőtartályba. A hűtőtartályban a folyadék egy hűtőrácsra keresztül áramolva hőt ad le a környezeti levegőnek. A levegő áramlását a hűtőrácsban egy ventilátor biztosítja. Az így lehűlt hűtővíz a hűtőtartály alján kilépve visszakerül a motorba, s hűti azt.



69. ábra Zárt rendszerű szivattyús hűtés

Vízhűtésnél a hőmérséklet szabályozása egy termosztát (hőérzékelő szelep) segítségével történik, amely megakadályozza a túlhűtést. A termosztát a motortól a hűtővíztartályhoz vezető szakaszon kerül elhelyezésre, s működése a következő: az üzemi hőmérséklet eléréséig nem engedi a hűtővizet a motortól a hűtőtartályig áramolni (70. ábra). Ily módon elősegíti, hogy indulásnál a motor hamar elérje az üzemi hőmérsékletet. A hűtővíz üzemi hőmérséklete Otto-motoroknál 80 - 85 °C, dízelmotoroknál 90 - 95 °C. A hűtővíz hőmérsékletét a műszerfalán elhelyezett visszajelző műszer mutatja. Túlmelegedés esetén a motort le kell állítani vagy terhelés nélkül járatni kell. A hűtőlevegőt áramoltató ventilátor és a keringető szivattyú általában közös tengelyen van, s meghajtásukat a motor főtengelyének végén elhelyezett ékszíjtárcsáról kapják. Olykor előfordul a ventilátor villanymotoros hajtása. A víznek a hőmérsékletnövekedés miatt jelentős a hőtágulása. Ha a hőtágulás miatti többlethűtővíz közvetlenül a környezetbe kerül, nyitott rendszerű a vízűtés. A kivezető cső a hűtővíz rendszer legmagasabb pontjától, a hűtőtartály tetejéről vezet a szabadba. Zárt rendszerű vagy más néven túlnyomásos vízűtésnél az elvezető cső egy úgynevezett *tágulási tartályba* vezeti a többletvizet. Fagyálló folyadékkal kell szükség szerinti arányban keverni a desztillált (ioncserélt) vizet, megfagyott hűtővíz ugyanis szétrepesztheti a motort.



7. Belsőégésű motorok kenése

A motorolajokkal szembeni elvárások:

- a) súrlódáscsökkentés; b) hűtés; c) tömítés;
- d) az oxidáció megakadályozása;
- e) szennyeződések lemosása és lebegtetése;
- f) hőstabilitás; g) habzásmentesség;
- h) savsemllegesítés.

7.1 A kenés funkciói

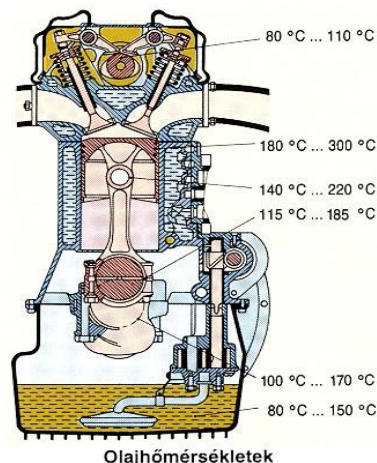
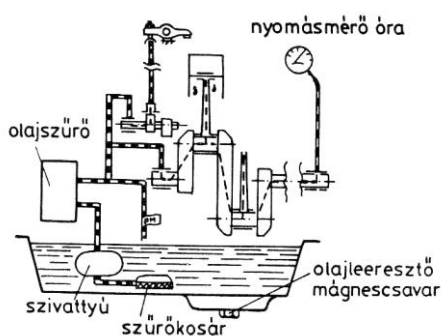
A belsőégésű motorok alkatrészei különböző feltételek között működnek, különböző mozgást végeznek különböző hőmérsékleteken. Ezeket az alkatrészeket olajozással kenjük, hűtjük, tömítjük és tisztítjuk, így az olajozórendszer feladatát négy fő funkció szerint lehet összefoglalni. Kenés fogalmán az egymáson elmozduló alkatrészek közé olyan kenőanyag bejuttatását értjük, amely a felületek súrlódásának és kopásának csökkenését eredményezi. A motor mechanikai veszteségei igen jelentősek. A súrlódás csökkentése ezért közvetlenül energia-megtakarítást eredményez. A súrlódó erő hatására az alkatrészek felülete megrongálódik, mérete megváltozik, kopik. A súrlódás és a kopás csökkentésére használt kenőolajat olyan alkatrésznek tekintjük, amely az igénybevétel során maga is kopik, elhasználódik. A kenésre ezért nemcsak a tervezés, hanem az üzemeltetés során is nagy figyelmet kell fordítani. Az olajat tudatosan felhasználjuk az alkatrészek *hűtésére* is. A dugattyú hőterhelését olajhűtéssel lehet csökkenteni. A siklócsapágyak elegendő mennyiségű olajjal való ellátása a csapágyak kenésén kívül azok hűtését is biztosítja. A dugattyú-hengerpersely *tömítettségét*, ezzel az energiaátalakulás hatásfokát az elmozduló alkatrészek közötti kenőolaj-filmréteg jelentősen javítja, megakadályozza a nagynyomású gázok átfújását az égéstér felől a forgattyúház irányába. A motorba kerülő szennyeződések a kenőolaj magával ragadja és az olajsűrőn átáramolva azok kiválnak. Ezáltal a kenőolaj *tisztítási* funkciót is ellát. Szennyeződésekkel a motor működése közben állandóan kell számolni. A levegővel a motorba kerülő szennyeződések, a kopás során az alkatrészekről leváló részecskék, a nem tökéletes égésfolyamat termékei az egymáson elmozduló felületek közé kerülve fokozott kopást eredményeznek. Az olajozó rendszerben alkalmazott szűrők hatásfoka jelentős mértékben meghatározza a motorolaj, de az egész motor élettartamát is.

7.2 Kenési rendszerek és megválasztásuk

Keverék olajozás

A keverék olajozás a kétütemű Otto-motoroknál alkalmazott kenési rendszer a motor szerkezeti felépítése miatt. A kenőolajat az üzemanyagba keverik. A keverési arány a kenőolajok minőségi javulásának köszönhetően változik. A kezdeti 1:15-os arány ma már 1:50 arányra módosult. A keverékolajozást csak görgős csapágyazású rendszereknél lehet alkalmazni. A működése azon alapul, hogy a forgattyúházba került keverékből az olaj egy része az elősűrítés során kicsapódik. A kicsapódott kenőolaj látja el a kenési funkciókat. Az égéstérbe jutó és ott elégtől olaj jelentős környezetszennyezést okoz.

Négyütemű motoroknál a motorolaj a forgattyúház alján kialakított olajteknőben található, innen kell eljuttatni a kenési helyekre. Ezeknél a motoroknál rendszerint szivattyús nyomóolajozási rendszert alkalmaznak, amelynél az olajat egy szivattyú folyamatosan keringeti az olajteknő és a kenési helyek között. Az olajozási rendszer részei és az olaj útja a következő: (71. ábra)



71. ábra Szivattyús olajozás szerkezete

Olajteknő

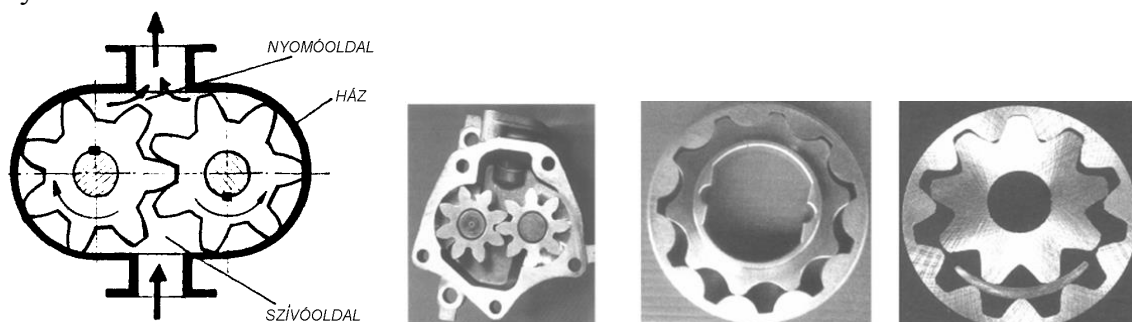
Az olajteknőben meghatározott szintig kell lennie a motorolajnak, amit egy szintjelző pálcával rendszeresen ellenőrizni kell.

Szűrőkosár

A motorolaj a kenőrendszerbe egy szűrőkosáron keresztül kerül, ami az olajteknőbe nyúló szívócső végén található, s feladata, hogy meggátolja a durva szennyeződések bejutását a kenési rendszerbe.

Olajszivattyú

A motorolaj szállítására (72. ábra) rendszerint fogaskerék-szivattyút használnak, amelyben két azonos méretű fogaskerék a foghézagokban szállítja a szívóoldról a nyomóoldalra a folyadékot.



72. ábra Fogaskerék (külső, belső fogazású) szivattyú

Nyomásszabályozó szelep

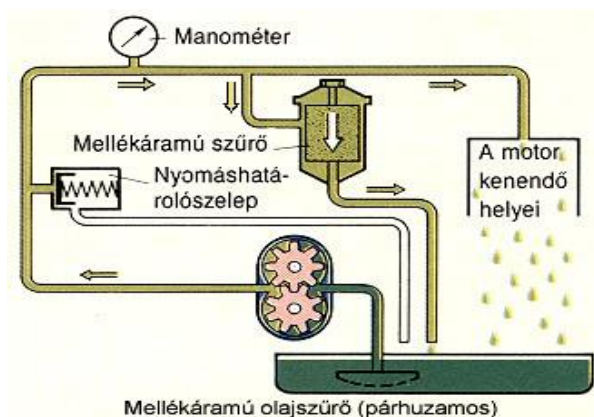
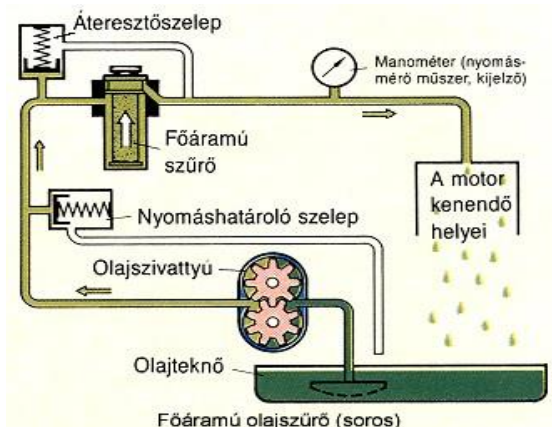
Az olajszivattyú után beépített nyomásszabályozó szelep állandó szinten (3-5 bar) tartja az olajnyomást a kenőrendszerben. Nyomásnövekedés esetén a szivattyú által szállított olaj egy részét visszaengedi az olajteknőbe, ezáltal szabályozza a nyomást.

Olajszűrő

Az olajszűrő a kenőolajban található szennyeződések kiszűrésére szolgál (73. ábra)

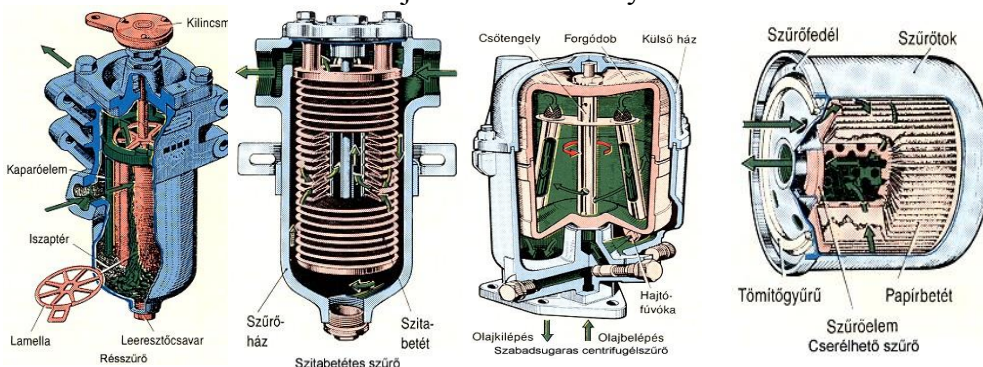
Főáramköri szűrés esetén a szivattyú által szállított teljes olajmennyiség áthalad a szűrőn, s a megszárt olaj jut a kenési helyekre.

Mellékáramköri szűrés esetén a szivattyú által szállított olajmennyiség nagyobbik része szűrés nélkül jut a kenési helyekre, míg kisebb része a mellékáramkörben elhelyezett szűrőn áthaladva visszajut az olajteknőbe.



73. ábra Főáramú és mellékáramú szűrési rendszer szerkezeti felépítése

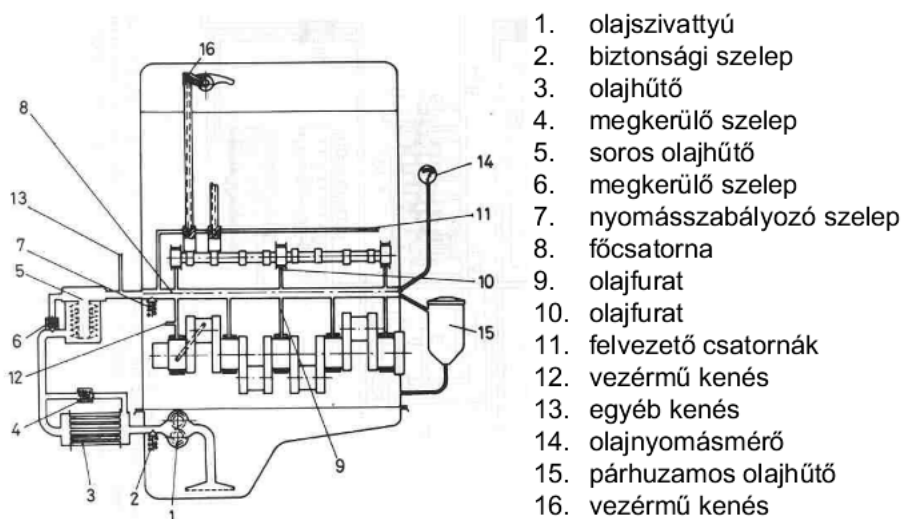
Kétkörös szűrés esetén két szűrő található a rendszerben: az olaj nagyobbik része a főáramköri szűrőn áthaladva a kenési helyekre jut, míg a kisebbik része a mellékáramkörben elhelyezett finomabb szűrőn átpréselődve visszajut az olajteknőbe. A mellékáramköri szűrés azon a feltételezésen alapul, hogy a folyamatos keringés során előbb-utóbb a teljes olajmennyiség eljut a mellékáramköri szűrőhöz is. Papírbetétes olajszűrő: az olajcserével egyidőben cserélni kell. (74. ábra). Résszűrő: üzem közben is automatikusan tisztul, ugyanis a résekbe benyúló fésű vagy más betételelem elfordítását a tengelykapcsoló lenyomása idézi elő. A működés során leválasztott szennyeződés a szűrőház alján gyűlik össze, ahonnan előírt időközönként (pl. olajcserénél) el kell távolítani. Centrifugál szűrő: az olaj által forgásba hozott szűrődob szennyeződései a szűrődob falán a centrifugális erő hatására lerakódnak. Olajelosztó csatornák: Az olaj csővezetéseken illetve a forgattyútengelyen és hajtókarokon kialakított furatokon keresztül jut el a kenési helyekre.



74. ábra Olajszűrő típusok, rés, szitabetét, cserélhető, centrifugális.

A főbb kenési helyek :

- főtengely-csapágyak,
- hajtókar-csapágyak,
- dugattyúcsap,
- vezérműtengely,
- szelepmozgató-szerkezet.
- A kenési helyekről az olaj visszafolyik az olajteknőbe (75. ábra)



75. ábra Négyütemű motor kenési rendszere

Olajnyomás-érzékelő

Az olajozási rendszernek gyakran a legtávolabbi, legkisebb nyomású helyére van csatlakoztatva az olajnyomás-érzékelő, amely a kenőrendszer működésének ellenőrzésére szolgál, és a műszerfalán található jelzőlámpa vagy olajnyomás-mérő műszer számára ad jelet. A visszajelző-lámpa csak a kenési rendszer működését mutatja, míg az olajnyomás-mérő műszerrel nyomon követhető az olajnyomás alakulása.

A motorolaj a motor üzemelése során elhasználódik, ezért az előírt időközönként cserélni kell. Dízelmotorokban az ásványi eredetű motorolajokat kb. 250 üzemóránként kell cserélni, szintetikus motorolaj alkalmazása esetén lényegesen ritkábban kell olajcserét végezni. Az olajcserét mindig meleg motoron kell elvégezni

8. A belsőégésű motorok elektromos berendezései

A belsőégésű motorok működésében az elektromos berendezések szerepet játszanak a motor elindításában, illetve a tüzelőanyag meggyújtásában. Otto-motoroknál a tüzelőanyag meggyújtását elektromos szikra biztosítja, s a gyújtószikrát létrehozó elektromos rendszert gyújtási rendszernek nevezik. Dízelmotoroknál a tüzelőanyag öngyulladás miatt nincs szükség gyújtási rendszerre, a levegő felmelegedését segítő gyújtássegélyt azonban biztosíthatja elektromos rendszer. A belsőégésű motorok elindításánál ahhoz, hogy az ütemek lejátszódjanak és elinduljon a motor működése, elengedhetetlen, hogy egy bizonyos fordulatszámot elérjen a motor főtengelye, s mozgásba lendüljenek a forgattyús hajtómű elemei. Ezt biztosítja az elektromos indítómotor.

Mivel a motor álló helyzetében is szükség van elektromos energiára, ezért az elektromos rendszerek áramellátását az erőgépeken két áramforrás biztosítja: az akkumulátor egyenáramú áramtároló eszköz, mely a belsőégésű motor álló helyzetében biztosítja az áramellátást, a generátor pedig váltakozófeszültségű áramfejlesztő, amely a motortól kapja meghajtását, s amelynek váltakozó áramát diódákkal egyenirányítják. Ez a két áramforrás biztosítja az indítómotor mellett az erőgép egyéb elektromos fogyasztóinak (világítás, jelző- és ellenőrző-berendezések, ablaktörlő motor, stb.) áramellátását is. Az erőgépen lévő elektromos hálózatok egyvezetékes, testelt rendszert alkotnak. Ez azt jelenti, hogy az áramforrástól egy szigetelt vezetékág vezet a fogyasztó egyik pólusához, míg a másik vezetékágat az erőgép fémteste alkotja. Tehát mind az áramforrás, mind a fogyasztó másik pólusa fémes érintkezésben van az erőgép fémtestével, s az áramkör a testen keresztül záródik.

8.1. Elektromos áramforrások

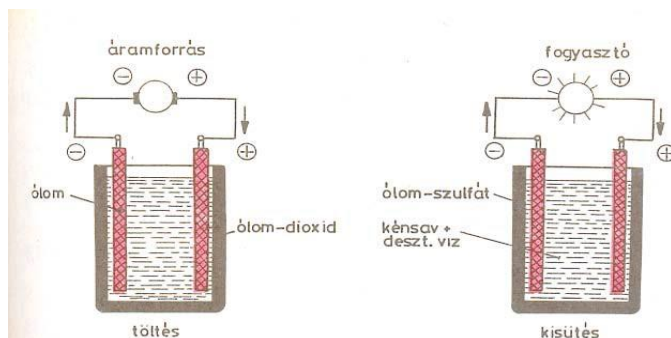
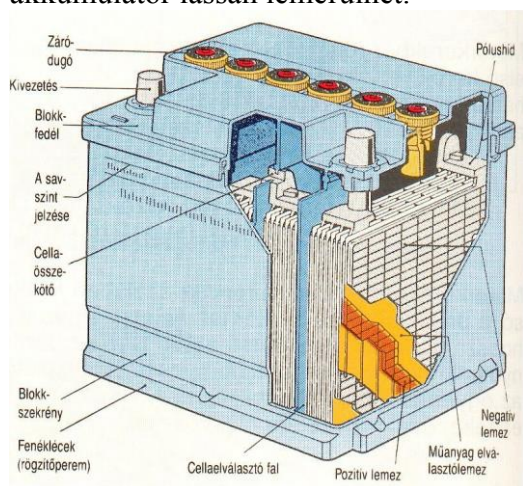
8.1.1 Az akkumulátor

Az akkumulátor egyenáramú villamos energia tároló eszköz, melynek feladata az erőgépen: biztosítja az indítómotor áramellátását a belsőégésű motor elindításához, s biztosítja az elektromos fogyasztók áramellátását a belsőégésű motor álló helyzetében. Az akkumulátor a galvánelemek elvén működik: két különböző fémeket vagy fémvegyületet elektrolitba (vezetőképes folyadékba) merítve a két fém között elektromos feszültség keletkezik. Az alkalmazott elektrolit kémhatásától függően nevezzük savas és lúgos akkumulátoroknak. Az erőgépeken leggyakrabban a savas ólomakkumulátorokat alkalmazzák, amelyeknél az elektrolit hígított kénsav, amibe ólom és ólomoxid lemezek merülnek. Az ólom és ólomoxid lemezek között kb. 2,15 V elektromos feszültség keletkezik. Ha erre a feszültségre elektromos fogyasztót kapcsolunk, akkor a feszültség hatására a fogyasztón elektromos áram indul meg, miközben az elektrolitban lejátszódó kémiai reakciók hatására hígul a kénsav, a lemezek ólomszulfáttá alakulnak, s csökken közöttük a feszültség. Ezt a folyamatot kisütésnek nevezzük.

Ha a lemezekre egyenáramú áramforrást kötünk, fordított folyamat játszódik le: a kénsav dúsul, az ólomszulfát visszaalakul ólommal illetve ólomoxiddá, s növekszik a köztük lévő feszültség. Ez a folyamat a töltés. Az ólomakkumulátor felépítése a következő: az akkumulátorház saválló anyagból készült doboz, amely cellákra van felosztva. A cellába nyúlnak az ólomoxid- és ólomlemez kötegek, amelyek fésűszerűen egymásba nyúlnak, s közöttük szigetelőlapok vannak. A negatív pólust alkotó ólomlemezeket és a pozitív ólomoxid lemezeket egy-egy kivezetéssel látják el a cellafedélen. A két kivezetés között mérhető a cellafeszültség, amelynek névleges értéke 2 V. Mivel ez túl alacsony feszültség lenne a fogyasztók működtetésére, ezért a cellákat egymással sorbakapcsolják, s így feszültségük összeadódik. Tehát például egy hatcellás ólomakkumulátor feszültsége 12 V. A cellafedélen található egy beöntőnyílás zárócsavarral, melynek tetején kis furat biztosítja a megfelelő szellőzést.

Az akkumulátor legfontosabb jellemzője a feszültség mellett az akkumulátorban tárolt töltésmennyiséget kifejező kapacitás, melynek mértékegysége az amperóra [Ah]. Ez a feltöltött akkumulátorban tárolt elektromos töltésmennyiséget mutatja. Például egy 80 Ah-s akkumulátor 10 órán keresztül tud 8 A-es vagy 20 órán át 4 A-es áramerősségű áramot adni. Az akkumulátort a kapacitása 10%-ának megfelelő áramerősséget meghaladóan nem szabad terhelni, mert tönkremegy. Mivel az akkumulátorra a legnagyobb terhelést az indítómotor jelenti, kapacitását az indítómotor áramsükségletéhez méretezik, amit végső soron a belsőégésű motor nagysága és típusa határoz meg (76. ábra).

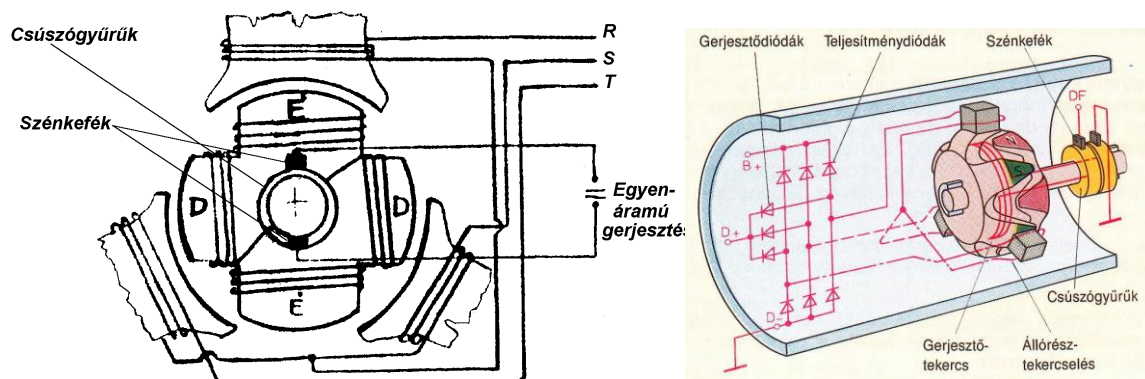
Az akkumulátor feltöltöttségéről a savsűrűség vagy a feszültség mérésével lehet meggyőződni. A sav sűrűsége feltöltött állapotban 1,285 kg/dm³. Ha ez 1,15 kg/dm³-re, vagy a cellafeszültség 1,75 V-ra csökken, akkor akkumulátortöltővel fel kell tölteni. Az akkumulátortöltő a hálózatban lévő 220 V-os váltakozó feszültséget letranszformálja az akkumulátor feszültségének megfelelő szintre és egyenirányítja. A töltőáramot úgy kell beállítani az akkumulátortöltőn, hogy ne haladja meg a kapacitásérték 10 %-át. Különösen hosszabb állás után kell ellenőrizni az akkumulátor feltöltöttségét, mivel hosszabb idő alatt az akkumulátor lassan lemerülhet.



76. ábra Savas akkumulátor szerkezeti felépítése és működése

8.2 A generátor

A generátor áramfejlesztő, amely mechanikai energiából váltakozó feszültséget és áramot hoz létre. Hajtását a motor főteengelyétől, ékszíjhajtással kapja, tehát csak akkor termel áramot, ha már a belsőégésű motor beindult. Feladata az akkumulátor töltése és az elektromos fogyasztók áramellátása a belsőégésű motor üzeme közben. Működési elve a következő: ha egy forgó mágnes közelébe vezetőtekercset helyeznek: akkor a változó mágneses tér a tekercs két végpontja között váltakozó feszültséget indukál. Ha a tekercs két végpontjára elektromos fogyasztót kötnek, akkor a fogyasztóban a váltakozó feszültség hatására váltakozó áram folyik.



77. ábra Háromfázisú generátor felépítése

Az közúti járművekbe épített háromfázisú generátor felépítése a következő (77. ábra): a csapágyazott forgórész a meghajtását a motortól kapja, tehát fordulatszáma a motor fordulatszámával arányos. A forgórész nem állandó mágnes hanem elektromágnes, azaz vasmagos tekercs, amely a belevezetett egyenáram hatására mágnesesedik. A forgórészbe vezetett áramot gerjesztőáramnak hívják. A gerjesztőáram szénkeféken és csúszógyűrűkön keresztül jut a tekercselt forgórészbe. Az állórész három vasmagos tekercsből áll, amelyek körbeveszik a forgórészt. A forgórész, mint forgó mágnes váltakozó feszültséget indukál a három állórész tekercsben. Mivel az akkumulátor töltéséhez csak egyenáramot lehet használni, ezért a három állórész tekercsben létrehozott háromfázisú váltakozó áramot egy félvezető diódákból álló egyenirányító egyenárammá alakítja.

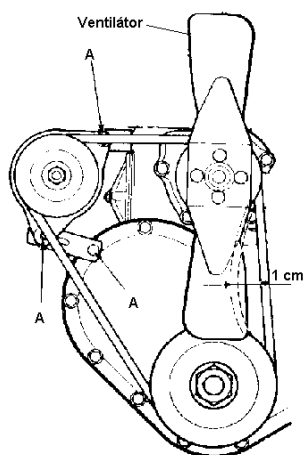
A generátor által létrehozott feszültséget üzem közben két tényező befolyásolja: a forgórész fordulatszáma, és a forgórészbe vezetett gerjesztőáram nagysága. Mivel a forgórész fordulatszáma a motor fordulatszám-változása miatt állandóan változik, az akkumulátor töltéséhez viszont állandó feszültségre van szükség, ezért az egyenirányító után egy feszültségszabályozót építenek a rendszerbe. A feszültségszabályozó a gerjesztőáram szabályozásával biztosítja, hogy a generátor a fordulatszám-ingadozásoktól függetlenül mindig közel állandó feszültségű árammal töltse az akkumulátort és táplálja a fogyasztókat. A töltőáramkörbe beépítenek egy töltésellenőrző lámpát, amelyet a műszerfalra helyeznek el, s ami jelzi, hogy a generátor tölti-e az akkumulátort.

Ha nincs töltés, akkor a piros jelzőlámpa kigyullad, megfelelő töltés esetén kialszik. Egyes erőgépeken jelzőlámpa helyett jelzőműszert építenek be, ami a töltőáram nagyságát is mutatja. Ha nincs töltés, tehát a töltésellenőrző lámpa üzem közben kigyullad, vagy indítás után nem alszik ki, annak leggyakoribb oka, hogy a generátort hajtó ékszíj meglazult, leesett vagy elszakadt. Elindulás előtt mindig ellenőrizni kell az ékszíj feszességét, hüvelykujjal megnyomva a motor és a hűtőventilátor között az ékszíjat, kb. 1 - 2 cm-es benyomódás engedhető meg (78. ábra). Az ékszíj feszességét a generátor helyzetével, az A betűvel jelölt csavarok meglazításával lehet állítani. Ha az ékszíjhajtás rendben van, akkor a töltéshiány oka valamilyen elektromos hiba (vezetékszakadás, generátor meghibásodása, stb.) lehet.



The diagram shows a side view of a mechanical component, likely the engine housing. A label 'Ventilátor' points to a fan-like structure on the right. A label 'A' with an arrow points to a small screw or adjustment point on the left side of the housing, located between the motor and the fan area.

78. ábra Ékszíjhajtás ellenőrzése

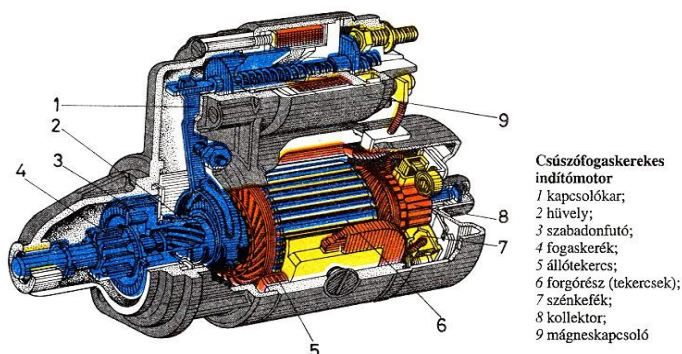
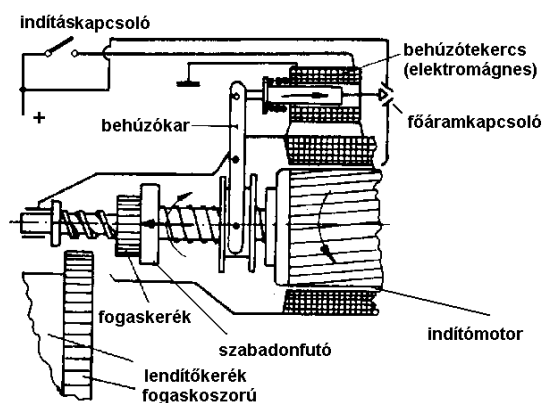


8.3 Motorok indítása

[illegible]

8.3.1 Elektromos indítómotorok

Az erőgépek és közúti járművek motorjának beindításához egyenáramú villanymotorokat használnak. Az indítómotor tengelyén elhelyezett fogaskerék indításkor a motor lendítőkerekének peremén elhelyezett fogazathoz, a fogaskoszorúhoz kapcsolódva forgatja meg a motor főtengelyét. A leggyakrabban alkalmazott csúszófogaskerékes indítóberendezés felépítését mutatja a 79. ábra. Az indítóberendezés áramköre az indítókapcsolóval helyezhető feszültség alá.



79. ábra Csúszófogaskerekes indítómotor felépítése és működése

Amikor az indítókapcsoló zárja az áramkört, az akkumulátor feszültsége a behúzótekerésre adódik, amely mágneses erejénél fogva egy rugó ellenében elmozdít egy vasmagot. A vasmag mozgásával két dolgot végez: egyrészt a behúzókar egyik végét elhúzza, s a behúzókar kétkarú emelőként működve a másik végével rátolja az indítómotor tengelyén lévő csúszófogaskereket a lendítőkerék fogaskoszorújára. Másrészt a behúzótekeres vasmagja elmozdulásával bekapcsolja az indítómotor főkapcsolóját, s az indítómotor elkezd forogni.

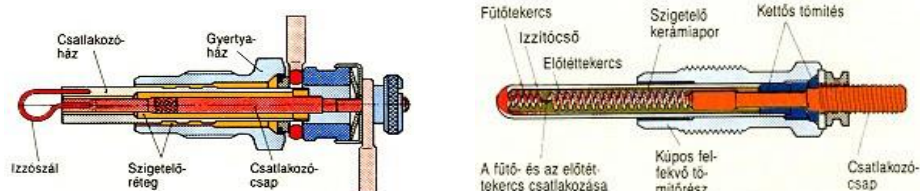
A csúszófogaskerék a tengelyen előrehaladva egy csavarpálya mentén forgó mozgást is végez, hogy könnyebben rákapcsolódhasson a fogaskoszorúra.

Miután az indítókapcsolót a vezető elengedi és megszakad az indító áramkör, megszakad az indítómotor és a behúzótekeres áramellátása, a behúzótekeres pedig visszaengedi a vasmagot, aminek hatására a behúzókar visszahúzza a csúszófogaskereket, s megszakad a kapcsolat az indítómotor és a belsőégésű motor között. Beindítás után a belsőégésű motor fordulatszáma gyorsan emelkedik; ha a felgyorsult motor a fogaskoszorú és a csúszófogaskerék közötti hajtás révén felgyorsítaná az indítómotort, az annyira felpöröghetne, hogy károsodást szenvedne. Ezt megakadályozandó a csúszófogaskerék és az indítómotor közé egy úgynevezett szabadonfutó tengelykapcsolót építenek, ami csak az egyik irányba viszi át a forgást. Tehát az indítómotor meg tudja hajtani a belsőégésű motort, de az nem tudja visszahajtani az indítómotort.

8.3.2 Dízelmotorok hidegindítása

Dízelmotorok indításakor, különösen hideg időben, nem elég a sűrítéskor keletkező hő a tüzelőanyag meggyújtásához. Ilyenkor az indítás elősegítésére a következő lehetőségek vannak: az égéster előmelegítése elektromos izzítórendszerrel. Az égésterbe vagy osztott égésterű motoroknál a kamrába csatlakozik egy-egy elektromos izzítógyertya (80. ábra). Indítás előtt az izzítórendszert áram alá kell helyezni, s az izzó spirál vagy rúd felmelegíti az égésteret. A melegedés folyamata a műszerfalon elhelyezett visszajelzőn nyomon követhető.

A levegő előmelegítése a levegőszívócsőben elhelyezett melegítő berendezéssel. A tüzelőanyag gyúlékészségének fokozására szolgáló adalékanyag bejuttatása az égésterbe. Télen a tüzelőanyag-ellátórendszerben az is zavarokat okozhat, hogy a hideg gázolaj paraffin kiválása miatt besűrűsödik, kocsonyássá válik. Ezen tüzelőanyag-előmelegítő berendezés alkalmazásával vagy dermedéscsökkentő (pl. CRC) hozzáadagolásával lehet segíteni.



80. ábra Sorosan kapcsolható izzító gyertya, izzócsapos izzítógyertya felépítése

8.4 A gyújtóberendezések felépítése

Az Otto-motorokban a levegő- és hajtóanyag keverékét egy adott időpontban villamos szikrával meg kell gyújtani. Eltekintve az öngyulladásától, a motor hengerében lezajló gyors oxidációt minden esetben a gyújtógyertya elektródjai között létrehozott villamos ív hő- illetve ionizáló hatása indítja meg. Ehhez nagyfeszültség szükséges (15-40 kW), amit a gyújtóberendezések transzformátoraival állítunk elő. Csoportosításuk a tárolt energia alapján történik. Ennek alapján két fő csoportba sorolhatók a gyújtási rendszerek:

- a gyújtótekercs, mint energiatároló,
- kondenzátor, mint energiatároló.

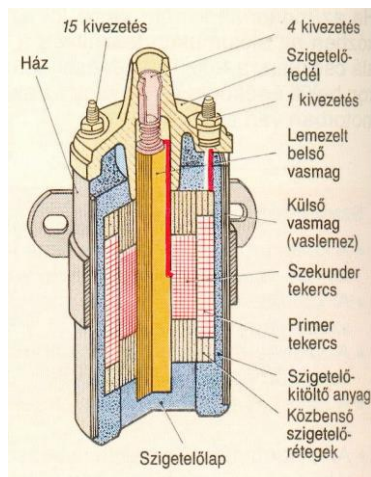
A köznapi gyakorlatban általában a vezérlés szerint is megkülönböztetjük a gyújtási rendszereket:

- megszakítóval vezérelt,
- impulzus adóval vezérelt (megszakító nélküli).

8.4.1. Gyújtótranszformátor

A gyújtótranszformátor szerkezeti felépítését tekintve egy nyitott vasmagú, $a = 70 - 100$ áttételű transzformátor. Szokásos szerkezeti kialakítása a (81. ábra) látható. A transzformátor belső – nyitott – vasmagja lemezelt vasmag, dinamólemezből készül. A vasmag alul porcelán-szigetelésre támaszkodik, felül pedig rugóval van rögzítve. A belső vasmagra csévélik a nagyfeszültségű tekercset. Ez nagyon vékony $0,05 - 0,1$ mm átmérőjű, zománcozott rézvezetékéből készült 10000-20000 menetszámú tekercs, amely 25-35 rétegben kerül elhelyezésre.

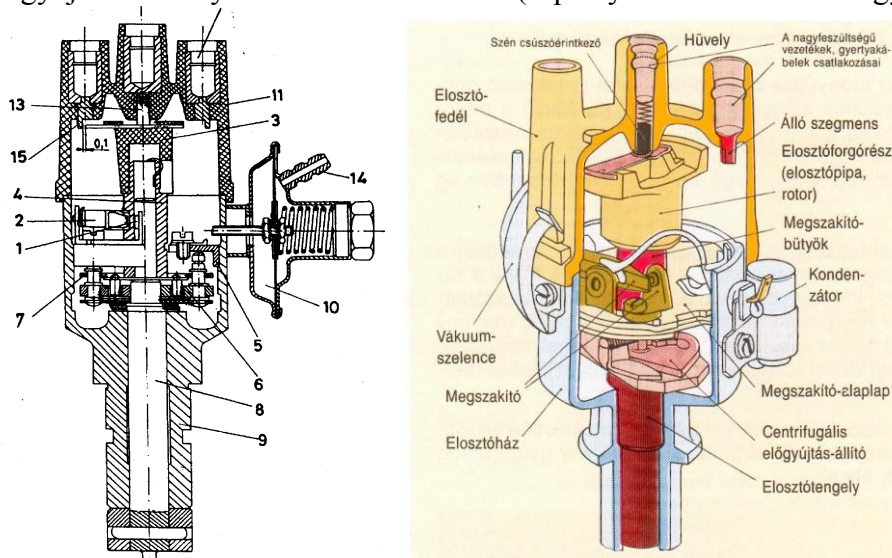
81. ábra Gyújtótranszformátor metszete és felépítése



A szekunder tekercset körül fogja a primertekercs, amely $0,4-1,2$ mm átmérőjű szintén zománcozott rézhuzalból készül. A külső elhelyezést a trafó jobb hűtése indokolja. A tekercseket mindkét végén szigetelő távolságtartó betétekkel rögzítik. A mágneses kör záródását a tekercseket köpenyszerűen körbefogó transzformátorlemez biztosítja. A gyújtótranszformátor háza általában alumíniumház, a kivezetéseket pedig bakelit zárófedélben helyezik el. A transzformátorházat olajjal, - ez jobb hűtést biztosít a trafónak, de így rázkódásra érzékenyebb lesz – vagy műgyantával – itt rosszabb a hűtés, de rázkódásra érzéketlenebbek a tekercsek – töltik ki.

8.4.2 Gyújtóelosztó, gyújtásvezérlés

A gyújtáseosztó feladatát tekintve több funkciót tölt be a gyújtási rendszerekben. Ahogy azt a neve is jelzi, a transzformátor szekunder feszültségét a gyújtási sorrendnek megfelelő gyertyára kapcsolja meghatározott időpontban. A gyújtáseosztóban elhelyezett megszakító és az ezt működtető büttyökstengely a primeráramkört a motor működése szempontjából szükséges időpontban megszakítja. Ugyancsak az osztóban kapnak helyet az előgyújtást szabályozó szerkezeti elemek (röpsúlyos és vákuumos előgyújtás szabályozók).



82. ábra Gyújtáseosztó szerkezeti felépítése és működése

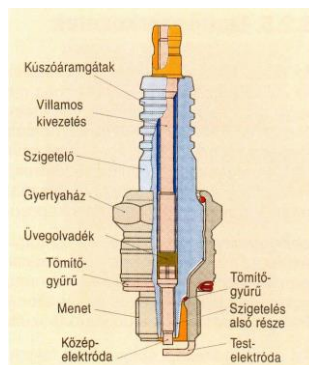
A gyújtáseosztó szerkezeti felépítését a (82. ábra) alapján mutatjuk be. A gyújtáseosztó tengelyét (8) az osztó fém házában (9) önkénő siklócsapágy vezeti. A gyújtáseosztó tengelye a motor főtengelyéről, állandó áttételen keresztül kapja a hajtást. Négyütemű motorok esetében ez az áttétel 2:1-es lassítóáttétel.

Az osztó tengelye a felső végén a röpsúlyok (6) és rugók által meghatározott szöghelyzetben kapcsolódik a büttyökstengelyhez (4) az ún. forgó alaplapon (7) keresztül. A büttyökstengely merev kapcsolatban van az osztó forgó részével, az osztópípával (3). A büttyökstengely magasságában található az ún. „álló alaplapon”, (5) amelyen a megszakító álló érintkezője az álló (1) és a mozgó érintkező, (az egykarú emelő kiképzésű) kalapács (2) helyezkedik el. Az álló alaplapon vákuumos előgyújtás-szabályozó (10) beépítése esetén meghatározott szögterületen csapágyazáson elfordul a tengelye körül a szívócső-depresszió hatására. A motor szívócsővében uralkodó „nyomás” a vákuumcsatlakozón (14) keresztül általában műanyagcsövön jut el a vákuum-dobozba. A gyújtáseosztó fedelében (11) találhatók a nagyfeszültségű kábelek csatlakozói (12), valamint az osztó álló érintkezői (15). Az osztófedél felülete erősen tagolt a kúszóút növelése céljából. Az osztó álló érintkezői és a pipa között 0,1 mm hézag van. A gyújtáseosztó szerkezeti felépítése a gyújtás mindkét áramköréhez kapcsolódik.

A megszakító a transzformátor primer tekercséhez (primer áramkör). A transzformátor szekunder kivezetése nagyfeszültségű kábellel csatlakozik a gyújtáselosztó középső kivezetéséhez (12), majd rugóval szorított szénkefén (13) keresztül az elosztópipához. Az állóérintkezőkkel fémes kapcsolatban levő kábel-kivezetésekből indulnak azok a nagyfeszültségű kábelek, amelyek a gyújtógyertyákhoz vezetik az áramot.

8.4.3 Gyújtógyertyák

A gyújtógyertya feladata (83. ábra) a gyújtási energia bevezetése a motor égésterébe és az ott levő benzin levegő keverék meggyújtása az elektródái között létrehozott szikrával. A szikra a gyertya közép- és testelektródája között 15-20 kW-os feszültségnél jelenik meg (90. ábra). A keverék égése folyamán a gyertya jelentős igénybevételnek van kitéve, úgy elektromos, mint mechanikai, kémiai és termikus szempontból. A gyújtógyertya szerkezeti kialakításának tehát olyannak kell lenni, hogy a fent említett igénybevételek mellett is az elektródák közötti szikraképzés mindig megfelelő legyen. A gyújtógyertya alkatrészeinek

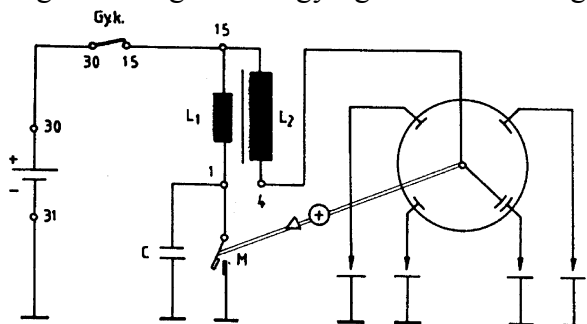


legkritikusabb anyaga a porcelán szigetelőtest, valamint a közép- és testelektróda. Ezek ugyanis benyúlnak az égéstérbe. A gyújtógyertya hőértéke: a gyújtógyertya legfontosabb paramétere, amely a motorban való alkalmazhatóságát eldönti, a hőérték. A hőérték termikus terhelhetőséget jelent, melynek mérését szabványosított motorral kell elvégezni. Az alkalmazott gyújtógyertya hőértékének megválasztásánál ésszerű kompromisszumot kell kötni. Minél nagyobb a gyertya hőértéke, annál kisebb az öngyulladás veszélye, de ezzel arányosan csökken a gyertya öntisztuló képessége.

83. ábra Gyújtógyertya metszete

8.4.4 Hagyományos akkumulátoros gyújtás

A hagyományos akkumulátoros gyújtás lényege (84. ábra) hogy az induktivitásban – tekercsben – mágneses energiát tárolunk, majd hirtelen a megszakító nyitásával – rákapcsolunk egy kondenzátort. Ez azt eredményezi, hogy a tekercsben tárolt mágneses energia hatására a rezgőkör rezgésbe jön. A rezgőkör kapcsain a gerjesztő mágneses energiának megfelelő nagyságú váltófeszültség keletkezik.

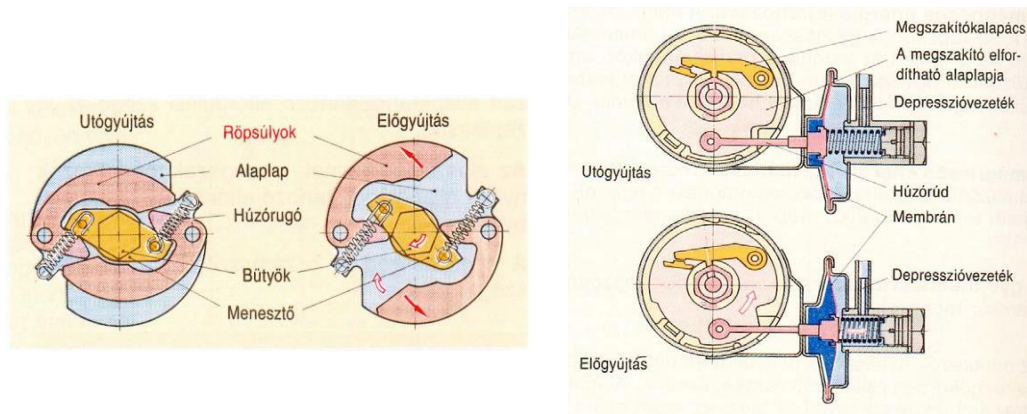


84. ábra Hagyományos akkumulátoros gyújtás

A gyújtáskapcsoló (Gyk), valamint a megszakító (M) zárt helyzetében az áram átfolyik a transzformátor primertekercsén és az „1”-es csatlakozás közvetítésével a megszakítóba jut, majd a zárt érintkezőkön és a testen át záródik az akkumulátorban az áramkör. A primer áram a transzformátor nyílt vasmagjában mágneses mezőt hoz létre, amely a primeráramkör megszakításának pillanatát követően nagy sebességgel csökken. A fluxusváltozás hatására a primer tekercsben kb. 300-350 V-os önindukciós feszültséglökés keletkezik.

A primer önindukciós feszültség kialakulásával egyidejűleg indukálódik a szekunder tekercsben – a gyújtótranszformátor áttételének megfelelően – a szekunder feszültség, amelynek értéke általában 15-30 kV. Amikor a kialakult szekunder feszültség értéke elegendően nagy az elosztópipa, elosztófedél elektród, illetve a gyújtógyertya közötti gázközeg átütésére, áram indul a szekunder körben, és az általa fenntartott ív elindítja az égési folyamatot a hengerben.

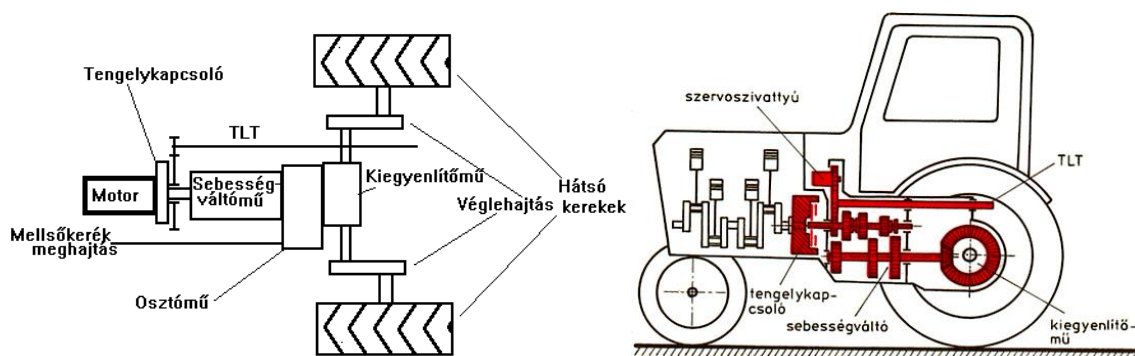
A röpsúlyos fordulatszám szabályzó a motorfordulat függvényében szabályoz: alacsony fordulaton kicsi előgyújtás, magas fordulaton nagy előgyújtás biztosít. A vákuumos előgyújtás szabályzó: terhelés függvényében szabályoz, nagy terhelés, gyors égés kicsi előgyújtás, kis terhelés, lassú égés nagy előgyújtás biztosít (85. ábra).



85. ábra Röpsúlyos és vákuumos előgyújtás szabályozás

9. A traktorok erőátviteli rendszere

A belsőégésű motor által szolgáltatott mechanikai energiát *továbbítja*, és a forgó mozgás jellemzőit (fordulatszám, forgatónyomaték) a szükséges mértékben *átalakítja* az erőátviteli rendszer. A traktormotor forgattyús tengelye (főtengelye) kb. 2000-et fordul percenként, míg a traktor hátsó kereke alacsonyabb sebességi fokozatokban csak 20-60 1/min fordulatszámú, tehát a motor és a kerekek között nagymértékű lassítást kell megvalósítani. Az erőátvitel feladata tehát, hogy a motor fordulatszámát lelassítsa a végzett munkának megfelelő kerékfordulatszámra, s ugyanakkor megnövelje a forgatónyomatékot. Traktoroknál gyakran nem csak a kerekekhez, hanem a traktorra kapcsolt munkagéphez is el kell juttatni a motor teljesítményét, erre a célra szolgál a teljesítmény-leadó tengely (TLT). Egy traktor erőátviteli rendszerének felépítése és fő részei a 86. ábrán tanulmányozhatók.

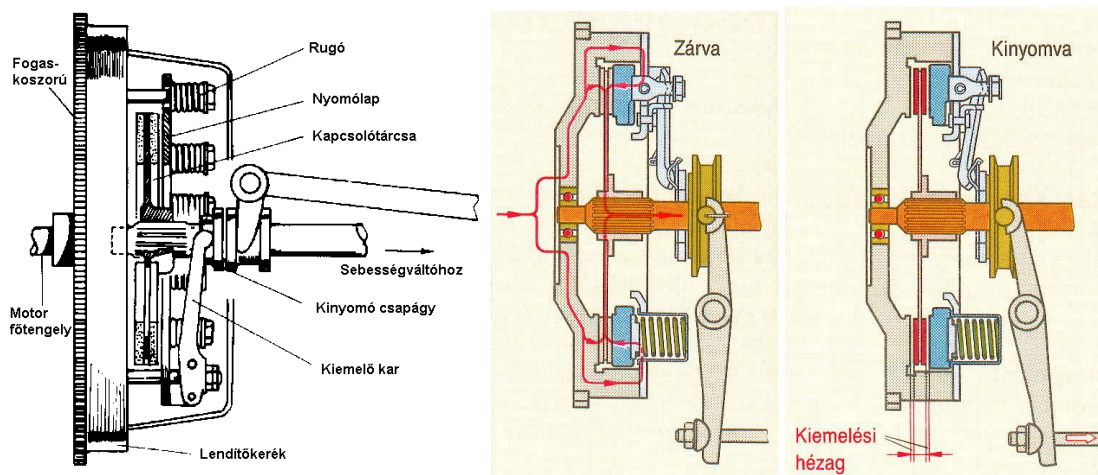


86. ábra Traktor erőátviteli rendszer felépítése

9.1. A tengelykapcsoló

A tengelykapcsoló feladata, hogy oldható kapcsolatot teremtsen a motor és az erőátvitel többi része között. A tengelykapcsolót a motor forgattyús tengely végén található lendítőkerék és a sebességváltó bemenő tengelye közé építik be. Működtetése lábpedál segítségével történik. Ha a vezető lenyomja a pedált, a tengelykapcsoló leválasztja a motor forgattyús tengelyének forgását az erőátvitelről, tehát a motor nem hajtja a tengelykapcsoló után következő elemeket.

A pedál felengedésekor létrejön a kapcsolat a motor forgattyús tengelye és a sebességváltó bemenő tengelye között. Erőgépeken súrlódótárcsás tengelykapcsolókat alkalmaznak. A súrlódós kapcsolatok révén lehetséges, hogy a motor fordulatszámát a hajtott tengely, azaz a sebességváltó bemenő tengelye fokozatosan vegye fel, s így a tengelykapcsoló teszi lehetővé a zökkenőmentes elindulást és sebességi fokozat váltást.



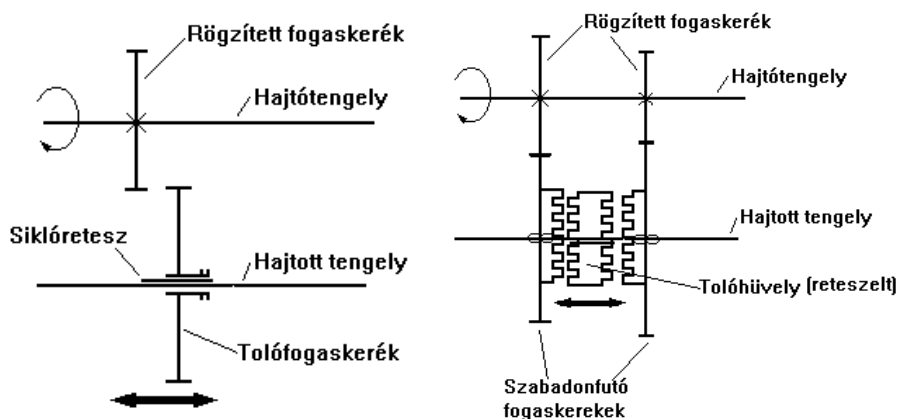
87. ábra Egytárcsás súrlódó tengelykapcsoló

Az egytárcsás, száraz, súrlódó tengelykapcsolónak a működése a következő: a motor főtengelyének végére szerelt lendítőkerék a motor főtengelyével együtt forog (87. ábra). A dörzsbetéttel bevont kapcsolótárcsa a sebességváltó bemenő tengelyének bordázott részéhez kapcsolódik elcsúsztathatóan. Ha a kapcsolótárcsa nekinyomódik a lendítőkeréknek, akkor felveszi annak forgását, s meghajtja a sebességváltó tengelyét. Ha megszűnik a nyomóerő, akkor a kapcsolótárcsa, s vele együtt a sebességváltó tengely forgása is megszűnik.

A kapcsolótárcsát alaphelyzetben rugók nyomják egy nyomólap közvetítésével a lendítőkerék felületéhez. Kiemeléskor a pedál lenyomására egy rudazat közvetítésével elmozdul a kinyomócsapágó, ami elnyomja a kiemelőkarokat, amelyek a rugóerő ellenében elhúzzák a nyomólapot (ezt az állapotot mutatja az ábra), s megszűnik az erő, ami a kapcsolótárcsát a lendítőkeréknek nyomja. Erőgépeken gyakran alkalmaznak kéttárcsás (kettősműködésű) tengelykapcsolókat, amelyekben két kapcsolótárcsa található: a belső kapcsolótárcsával lehet kapcsolni a kerekek felé menő hajtást, míg a másikkal a teljesítményleadó tengely hajtását. Ha a pedált a vezető csak félig nyomja le, akkor csak a belső kapcsolótárcsa old; ilyenkor lehet sebességet váltani, miközben a munkagép hajtása nem szűnik meg. A pedál teljes lenyomása esetén mindkét kapcsolótárcsa old. Alaphelyzetben a tengelykapcsolónál a kinyomócsapágó és a kiemelőkarok vége között hézag található. Ennek oka, hogy a tengelykapcsoló elhasználódásával a kapcsolótárcsák felületén kopik a dörzsbetét, s egyre vékonyabb lesz a tárcsa, tehát a nyomólapnak egyre közelebb kell kerülnie a lendítőkerékhez, hogy megfelelő erővel rányomhassa a kapcsolótárcsát. Ha nem lenne hézag a kiemelőkarok vége és a kinyomócsapágó között, akkor a kiemelőkarok nem engednék beljebb a nyomólapot. A tengelykapcsoló elhasználódásával tehát a hézag fokozatosan csökken. Ez a hézag a tengelykapcsoló-pedál lenyomásakor holtjátékot eredményez, azaz a kiemelés csak akkor kezdődik, amikor a pedál már bizonyos utat megtett. A tengelykapcsoló pedálnál a holtjátékot időnként ellenőrizni kell, s a rudazatba épített utánállító csavarral szükség esetén be kell állítani. A pedálholtjáték szokásos előírt értéke erőgépeknél 1,5-2 cm.

9.2. Sebességváltómű

A különféle munkák végzéséhez a munkagépek az erőgéptől különböző haladási sebességeket és vonóerőt igényelnek. A vontatási teljesítmény a haladási sebesség és a vonóerő szorzataként adódik, tehát minél alacsonyabb sebességi fokozatban halad egy traktor, annál nagyobb vonóerőt képes kifejteni. A kerék fordulatszám- és nyomatékviszonyainak szükség szerinti beállítására szolgál a sebességváltó. A sebességváltó pontatlan elnevezés, hiszen voltaképpen fordulatszámátétel-váltásról van szó. Mivel a fordulatszám-átétellel fordított arányban a továbbított nyomaték is megváltozik, tehát a lassító áttétel arányában nő a forgatónyomaték, a sebességváltót szokás nyomaték váltónak is nevezni. A fentiek mellett a sebességváltó biztosítja az erőgép hátramenetét, s a motor és a hajtott kerekek közötti kapcsolat tartós megszüntetését, az üres fokozatot. Erőgépeken általában mechanikus rendszerű, fogaskerekes sebességváltóművet alkalmaznak, amelyekkel meghatározott számú áttételi fokozatot lehet váltani. Az egyes áttételi fokozatok kapcsolása a következő megoldásokkal lehetséges (88. ábra).

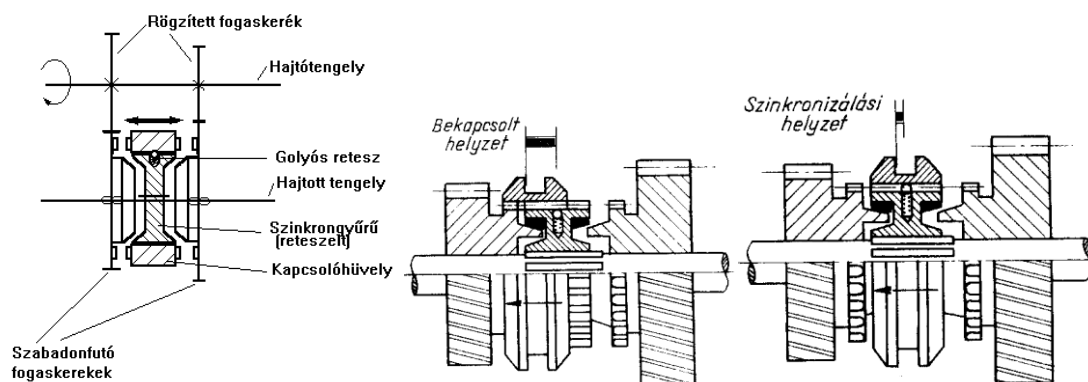


88. ábra Tolófogaskerekes, tolóhüvelyes tengelykapcsoló szerkezet

Tolófogaskerekes kapcsolószerkezetnél az egyik tengelyen elcsúsztathatók a fogaskerekek. Kapcsoláskor a megfelelő fogaskerék elcsúsztatásával történik az áttételi fokozat kiválasztása. A tolófogaskerekes váltó egyszerű felépítésű, hátránya viszont, hogy a kapcsolás a kerekek különböző kerületi sebessége miatt nehézkes, biztonságosan csak álló helyzetben kapcsolható. További hátrány, hogy csak egyenes fogazású fogaskerekek csúsztathatók egymásba, azok pedig zajosabbak, gyorsabban kopnak és mennek tönkre, mint a ferde fogazásúak.

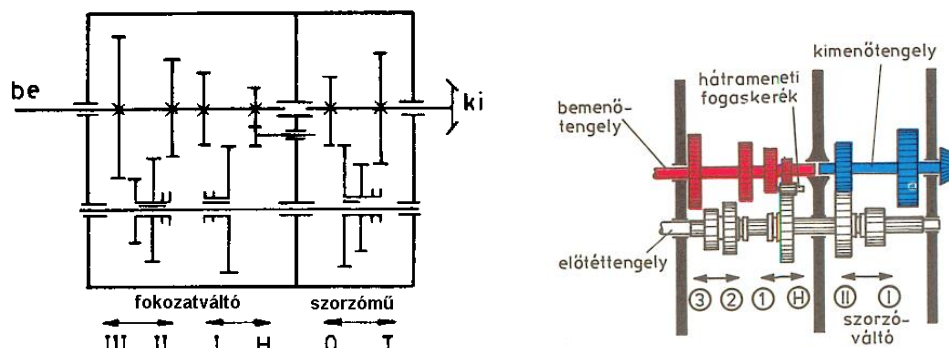
Tolóhüvelyes kapcsolószerkezetnél a hajtó és hajtott tengelyen lévő fogaskerekek állandó kapcsolatban vannak egymással. A hajtó tengelyen a fogaskerekek együtt forognak a tengellyel, míg a hajtott tengelyen található úgynevezett szabadonfutó fogaskerekek csapágyazással vannak a tengelyre szerelve, tehát szabadon elforognak körülötte. A sebességi fokozat kapcsolásakor a hajtott tengely bordázott részére elcsúsztathatóan felszerelt kapcsolóhüvely kapcsolódik a szabadonfutó fogaskerékhez, így módon átveszi annak forgását, s magával forgatja a hajtott tengelyt.

Tolóhüvelyes kapcsoló esetén lehetőség van ferde fogazású fogaskerek alkalmazására is, de az összekapcsolás a tolófogaskerékeshez hasonlóan nehézkes, mert kapcsoláskor a kimenőtengelynek hirtelen kell a fordulatszámot felvennie.



89. ábra Szinkron kapcsoló szerkezeti felépítése és működése

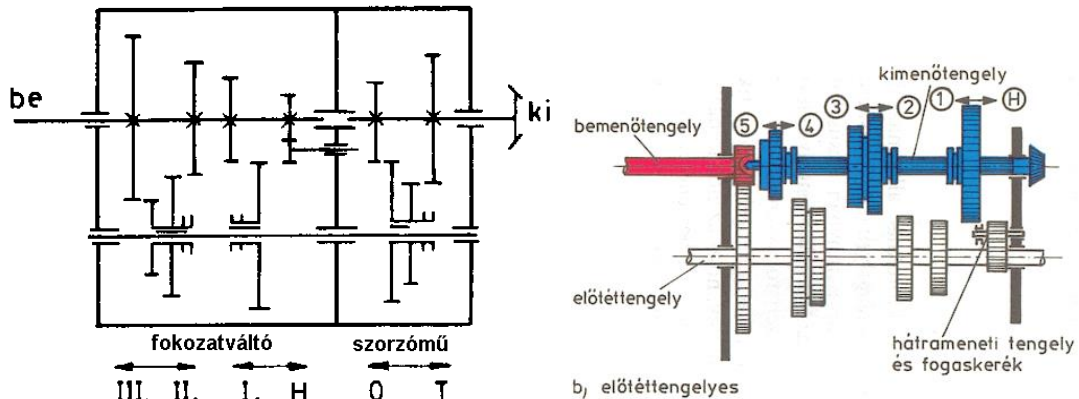
A szinkronizált kapcsolónak (szinkronkapcsolónak) a felépítése hasonló, mint a tolóhüvelyesé, de tolóhüvely helyett egy szinkronizáló kapcsolótag található, amely két részből, a kapcsolóhüvelyből és a szinkrongyűrűből áll. Összekapcsoláskor először csak a szinkrongyűrű és a fogaskerék érintkezik egymással súrlódással, egy kúpfelület mentén, s csak utána jön létre merev összekapcsolás a kapcsolóhüvely és a fogaskerék között. Ezáltal a kapcsolótag és a hajtott tengely csak fokozatosan veszi fel a kapcsolt fogaskerék fordulatszámát. A szinkronizált kapcsoló előnye a könnyebb sebességváltás, és a fogaskerek kímélése, ami növeli az élettartamot és a megbízhatóságot (89. ábra).



90. ábra Szorzóműves sebességváltó szerkezeti felépítése és működése

Erőgépeken nagyon fontos, hogy az adott munka elvégzése megfelelő sebességi fokozatban, a motor teljesítményének optimális kihasználása mellett történjen. Ezért általában szorzó rendszerű sebességváltókat alkalmaznak, amelyek lényegesen több sebességi fokozat kiválasztását teszik lehetővé, mint egy egyszerű váltómű. A szorzó rendszerű sebességváltó két váltóházból, és a hozzájuk tartozó két kapcsolókarból áll. Az összes kapcsolható fokozat a két váltóval külön-külön kapcsolható fokozatok számának szorzata. A bemenő tengely felőli váltóval történik a fokozatok kapcsolása, míg az utána következő úgynevezett szorzóház szolgál a sebességcsoportok kiválasztására.

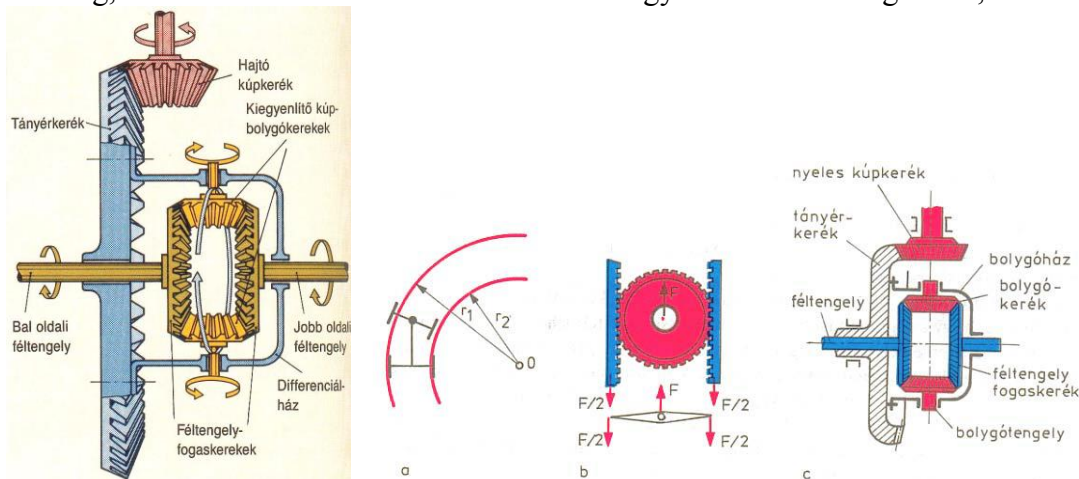
A tolófogaskerekes szorzóváltóban például az első váltóházban három előremeneti és egy hátrameneti fokozat kapcsolható, míg a szorzóházban kettő: országúti és terepfokozat. Az összes kapcsolható fokozatok száma tehát $2 \times (3 + 1) = 6 + 2$, azaz 6 előremeneti és 2 hátrameneti fokozat. A korszerű traktorokban legalább 24-32 a kapcsolható fokozatok száma, különösen az alacsony sebességtartományban biztosítják a fokozatmegválasztás széles skáláját (90. ábra).



91. ábra Előtétengelyes sebességváltó szerkezeti felépítése és működése

9.3. Kiegyenlítőmű és véglehajtás

A kiegyenlítőmű (92. ábra) vagy más néven differenciálmű a sebességváltótól továbbítja és elosztja a hajtást az egymás mellett két hajtott kerék felé. Ugyanakkor lehetővé teszi, hogy a két hajtott kerék eltérő fordulatszámmal forogjon. Erre kanyarodáskor van szükség, amikor a külső íven forduló keréknek nagyobb utat kell megtennie, mint a belsőnek.



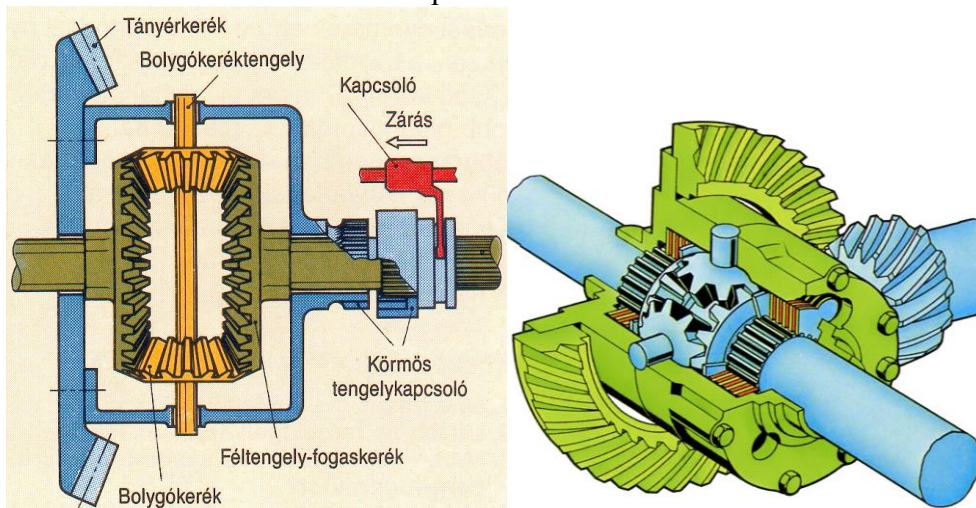
92. ábra Kiegyenlítőmű szerkezeti felépítése és működése:

Emellett a differenciálműnél található lassító áttétel tovább csökkenti a sebességváltótól érkező forgó mozgás fordulatszámát és növeli a forgatónyomatékot. A kiegyenlítőmű felépítése és működése a 99. ábrán látható. A sebességváltó kimenőtengelyén elhelyezett kis kúpfogaskerék (kúpkerék) hajt egy nagy kúpfogaskereket, az úgynevezett tányérkereket (lassító áttétel). A tányérkerékkel együtt forog a rácsavarozott bolygóház. A bolygóházban elhelyezett kis tengelyeken vannak csapágyazva a bolygókerek, amelyek bolygómozgást végeznek (keringenek). A keringő bolygókerek magukkal forgatják a hozzájuk kapcsolódó napkereket, amelyek a kerékféltengelyeken vannak rögzítve, így magukkal forgatják a traktor hajtott kerekeit.

Ha a két traktorkerékre egyforma terhelés jut, akkor a bolygókerek csak keringő mozgást végeznek, s egyforma fordulatszámmal forgatják a napkerekeket. Ha valamelyik oldali traktorkerékre nagyobb terhelés jut (például kanyarodásnál a belsőre), akkor a nagyobb terhelés lassítja a kerék forgását, s a bolygókerek saját tengelyük körül is forognak. Ily módon amennyivel lassabban hajtják a nagyobb terhelésű kereket, annival gyorsabban forgatják a kisebb terhelésűt. Kanyarodásnál ez önműködően azt eredményezi, hogy mindkét kerék a neki megfelelő úton csúszás nélkül gördül.

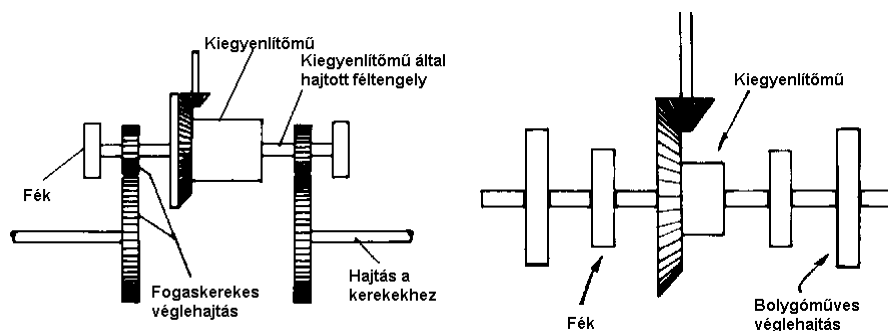
Erőgépeknél, szántóföldön azonban a kiegyenlítőmű miatt előfordulhat, hogy az egyik kerék kátyúba ragadva megszorul, miközben a másik laza talajon kipörög; ezt megakadályozandó a traktorokat mindig felszerelik differenciál-zárral (93. ábra).

A differenciálzár együttlengésre kényszeríti a két féltengelyt, s ezzel a két hajtott kereket. Szántóföldi munkavégzésnél, egyenes haladásakor, ha indokolt, célszerű bekapcsolni a differenciálzárakat. Ügyelni kell azonban arra, hogy kanyarodáskor ne maradjon bekapcsolva, mert törést okozhat. Emiatt a korszerű traktorokon a kormánykerék elfordításakor a differenciálzár önműködően kikapcsolódik.



93. ábra Kapcsolható és önzáró differenciálzár szerkezeti felépítése és működése:

EFOP-3.4.3-16-2016-00014

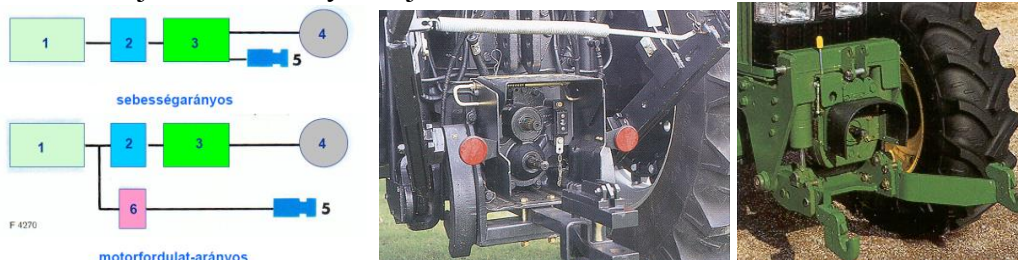


94. ábra Véglehajtás elhelyezése, homlokkerékes, bolygóműves véglehajtás

Az erőgépek többségén a differenciálmű és a kerekek közé még egy fordulatszám-lassító és nyomatéknövelő áttételt építenek be, ez a véglehajtás. Kétféle kialakítása és elrendezése van (94. ábra): a homlokkerékes véglehajtás esetén egyszerű fogaskerékpárral történik a lassító hajtás. Ilyenkor egy megemelt hátsó híd alakul ki. Bolygóműves véglehajtás esetén egy bolygóművel történik a lassítás, és a differenciálműtől jövő féltengelyek és a kerékféltengelyek egy vonalba esnek.

9.4. Teljesítmény-leadó tengely

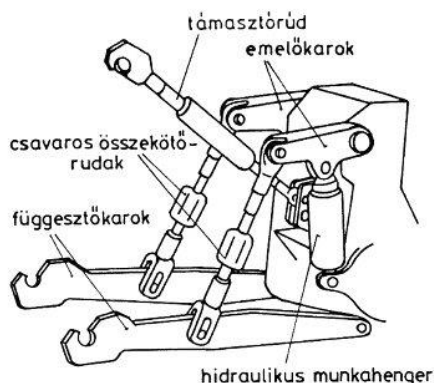
A teljesítmény-leadó tengely (erőleadó tengely, TLT) a traktorhoz kapcsolt, hajtást igénylő munkagépek működtetésére szolgál (95. ábra). A hajtás a hátsó hídból kinyúló, bordás tengelycsonkról vihető át kardántengely segítségével a munkagépre. Igény esetén sok traktort elülső TLT-vel is felszerelnek. A teljesítmény-leadó tengely kaphatja meghajtását a sebességváltó bemenő tengelyéről, ekkor motorarányos hajtásról lehet beszélni, mivel a TLT fordulatszáma a motor fordulatszámával lesz arányos. Ha nincs munkavégzés közben sebességváltás, akkor a TLT fordulatszáma egyben a haladási sebességgel is arányos lesz. Motorarányos TLT hajtás esetén a TLT névleges fordulatszáma a motor névleges fordulatszámánál kisebb teljesítményű traktorokon 540 1/min, nagyteljesítményűeken 1000 1/min, míg a középkategóriájú traktorokon egy váltókarral mindkét fordulatszám beállítható. Motorarányos TLT hajtás minden univerzális traktoron megtalálható. Elsősorban dombos vidékeken, ahol szántóföldi munkavégzés közben sebességváltásokra lehet szükség, célszerű beszerezni járókerék-arányos hajtású TLT-vel rendelkező traktort.



95. ábra Teljesítmény leadó tengely

9.5 Traktor és munkagép kapcsolata

A traktor mint mobil mezőgazdasági erőgép különböző munkagépek működtetéséhez biztosítja az energiát. A munkagép és traktor kapcsolatának négy alapvető módja a következő.



96. ábra Hárompontos függesztőszerkezet:

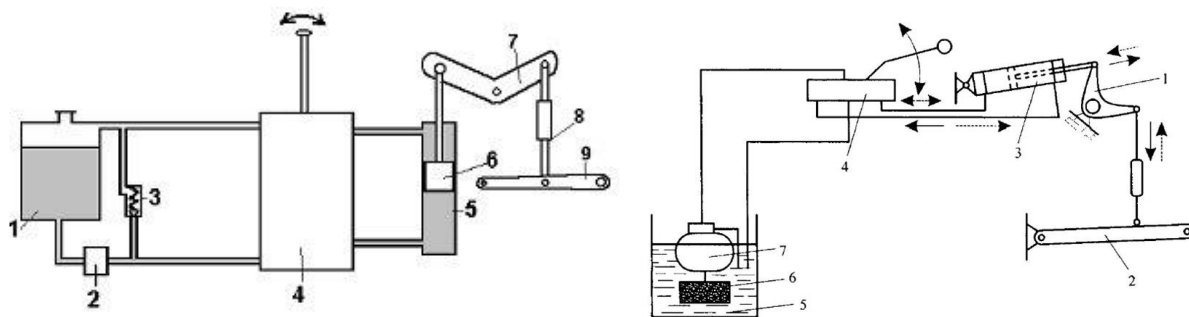
Munkagépek vontatására kezdetektől fogva használták a traktorokat. Vontatásnál a munkagép súlya a saját járókerekein nyugszik, s a traktor gyakorlatilag csak húzóerőt fejt ki a munkagépre. A vontatás történhet a traktor hátulján elhelyezett vonóhorogra, vagy a hárompontos függesztőmű (96. ábra) két alsó függesztőkarja (vonókarok) között elhelyezett, furatokkal ellátott vonólécra csatlakozva.

9.5.1 Függesztés

A traktorokon nélkülözhetetlenné vált hidraulikus emelőrendszer, ami lehetővé teszi, hogy a traktor a rácsatlakoztatott munkagépet részben vagy egészben megemelje. Ha a munkagép a hidraulikus emelő-berendezéssel emelhető és süllyeszthető, és súlya teljes egészében a traktorra terhelődik, függesztett kapcsolatról van szó. A függesztés előnye a traktor jó manőverező-képessége, fordulékonyága, valamint a munkagép tömege miatt megnövekedett kerékterhelés miatt a kerékcúszás csökkenése. A függesztett munkagépek általában három ponton kapcsolódnak a traktor hátulján vagy ritkább esetben elején található függesztőmű három karjának végén lévő csatlakozási pontokhoz. Függesztett kivitelben készülnek pl. ekék, fűkaszák, emelővillák, stb. A függesztett munkagép munkamagasságának beállítása a hidraulikus emelőberendezéssel történik (emelés illetve süllyesztés). Ezt követően ellenőrizni kell és szükség esetén be kell állítani a munkagép *hosszirányú* és *keresztirányú* vízszintes helyzetét. A hosszirányú vízszintes helyzet a támasztórúd hosszúságának állításával lehetséges, míg a keresztirányú vízszintes helyzetet az emelőrudak hosszának állításával tudjuk beállítani.

9.5.2 Hidraulikus emelőberendezés

A hárompontos függesztőberendezésre szerelt munkagép, a homlokrakodó, vagy a traktorra csatlakoztatott munkagépen található külső munkahenger (vagy hidromotor) mozgását a traktor hidraulikus rendszere biztosítja (97. ábra). A hidraulikaolaj-tartályból a motor által hajtott hidraulika szivattyú szállítja a folyadékot folyamatosan a vezérlőszelep felé. A hidraulika szivattyú lehet fogaskerékes vagy dugattyús szivattyú, s a szállított folyadék nyomását egy nyomásszabályozó szelep tartja állandó szinten.



97. ábra Emelőhidraulika:

1. tartály; 2. hidraulika szivattyú; 3. nyomásszabályozó szelep; 4. vezérlő szelep; 5. munkahenger; 6. dugattyú; 7. emelőkar; 8. emelőrúd; 9. alsó függesztőkar

A nyomásszabályozó szelepet egy rugó tartja elzárva, és ha túlságosan megnő a folyadéknyomás, a szelep megnyit és a folyadék egy része visszakérül a tartályba. A vezérlőszelep határozza meg, hogy a szivattyú által szállított nagynyomású olaj hova kerüljön. A vezérlőszelepet a traktor kezelője egy karral a megfelelő munkaműveletre állítja. A vezérlőszelep után található a munkahenger, amelyben a dugattyú mozgását az olaj nyomása vezérli. A dugattyú mozgatja rudakon és karokon keresztül az emelőszerkezetet. Az emelőhidraulikának négy alapvető munkahelyzete van:

- Emelésnél a dugattyú felső oldalára vezeti a vezérlőszelep a szivattyútól érkező nagynyomású olajat, míg a dugattyú alsó oldalán kiszorított olajat a vezérlőszelep visszaengedi a tartályba.
- Süllyesztésnél a vezérlőszelepnek a dugattyú alsó oldalára kell vezetni a nagynyomású olajat, hogy a dugattyú ellenkező irányú mozgását idézze elő. A dugattyú mozgását lehetővé teendő a felső oldalról most is a tartályba kell visszaengedni a kiszorított folyadékot.
- Rögzített helyzet akkor áll elő, ha a vezérlőszelep a munkahenger felé vezető mindkét vezeték felé elzárja a folyadék útját. Ily módon a dugattyú nem tud mozogni a hengerben, mert a folyadék sem alóla, sem a fölötte levő térből nem tud távozni. A hidraulika szivattyú által szállított olajat ilyenkor a vezérlőszelep visszaengedi a tartályba.

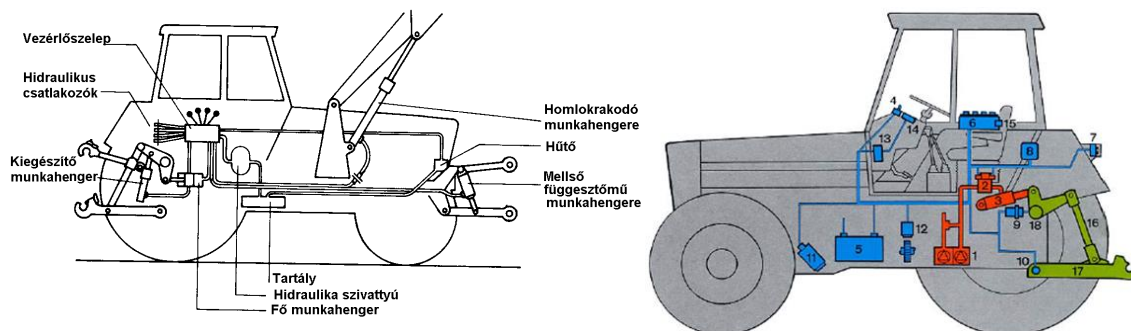
Az úgynevezett úszó helyzetnél a vezérlőszelep összeköti a munkahenger dugattyú alatti és feletti terét, Ily módon a dugattyú a terhelésétől függően szabadon elmozdulhat a munkahengerben le-föl. A szivattyú által szállított folyadékot a vezérlőszelep visszavezeti a tartályba. Ha úszó helyzetben kapcsolódik egy munkagép a függesztőszerkezetre, akkor saját kerekein nyugszik a tömege és követi a talaj egyenetlenségeit.

Egy traktor hidraulika rendszere nem csak a hátsó függesztőszerkezetet működtetheti, hanem a mellső függesztőművet, a homlokrakodót, vagy a traktor hátulján található hidraulikus csatlakozókra rácsatlakozva a munkagépen kihelyezett munkahengert (pl. pótkocsi billentésére szolgáló munkahengert) vagy hidromotort is.

A hidromotor abban különbözik a munkahengertől, hogy a folyadék nyomását nem egyenesvonalú, hanem forgó mozgássá alakítja. Hidromotort alkalmaznak például szervestrágya-szóró pótkocsi szórószerkezetének vagy silómaró berendezés marószerkezetének a meghajtására. Előnye az egyszerű szerkezet és a jó szabályozhatóság. Hidromotor működtetéséhez két vezeték (odaáramló és a visszaáramló folyadék vezetéséhez), a kihelyezett munkahenger működéséhez (pl. pótkocsi billentése) egy vezeték szükséges. (98. ábra).

A vezérlőszelep négyféle munkahelyzetének állítására szolgáló kar mellett korszerű erőgépeken a fülkében található egy másik kar, amellyel az emelőhidraulika szabályozását lehet beállítani. A különféle szabályozási lehetőségek a következők lehetnek:

- a mélység szabályozás talajművelésnél állandó művelési mélységet biztosít;
- az erőszabályozás állandó vonóerőt biztosít: ha megnövekszik a vontatási ellenállás, feljebb emeli a munkagépet, ha csökken a vontatási ellenállás, mélyebbre süllyeszti;
- a vegyes szabályozás a mélység szabályozás és erőszabályozás kombinációja: bizonyos vonóerő tartományban a munkagép állandó művelési mélységben dolgozik, de egy terhelési határ elérése esetén a hidraulika kijjebb emeli a munkagépet;
- az antiszip berendezés a traktor hajtott kerekeinek csúszását csökkenti;
- a folyadékáram-szabályozással a hidraulikaszivattyú által időegység alatt szállított folyadékmennyiséget lehet beállítani, ily módon lehet például hidromotorok fordulatszámát változtatni.



98. ábra Traktor hidraulikus rendszere.

10. Gyakorlati mintapéldák

1. Egy szíjhajtásnál a hajtó tárcsa átmérője 20 cm a fordulatszáma 480 1/min. A hajtott tárcsa átmérője 30 cm, fordulatszáma 300 1/min. Mekkora a szíjcsúszás? Mekkora fordulatszámmal forogna a hajtott tárcsa, ha nem lenne csúszás? Mekkora az áttétel?

Adatok:

$$d_1 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$n_1 = 480 \text{ 1/min} = 6 \text{ 1/s}$$

$$d_2 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$n_2 = 300 \text{ 1/min} = 5 \text{ 1/s}$$

$$s = ?$$

$$n_2 = ? \Rightarrow s = 0 \Rightarrow v_1 = v_2$$

$$i = ?$$

- Hajtó tárcsa kerületi sebességének meghatározása:

$$v_1 = d_1 \cdot \pi \cdot n_1 = 0,2 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 6 \frac{1}{\text{s}} = 5,02 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Hajtott tárcsa kerületi sebességének meghatározása:

$$v_2 = d_2 \cdot \pi \cdot n_2 = 0,3 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 5 \frac{1}{\text{s}} = 4,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Szíjcsúszás meghatározása:

$$s = \left[\frac{v_1 - v_2}{v_1} \right] \cdot 100 = \frac{5,02 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 4,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5,02 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 6\%$$

- Ha csúszás nulla akkor határozza meg a n_2 -t:

$$s = 0 \Rightarrow v_1 = v_2 \quad d_1 \cdot \pi \cdot n_1 = d_2 \cdot \pi \cdot n_2 \Rightarrow n_2 = \frac{d_1 \cdot n_1}{d_2} = \frac{0,2 \text{ m} \cdot 6 \frac{1}{\text{s}}}{0,3 \text{ m}} = 4 \frac{1}{\text{s}} = 240 \frac{1}{\text{min}}$$

- Áttétel meghatározása

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{8 \frac{1}{\text{s}}}{5 \frac{1}{\text{s}}} = 1,6$$

- Adott a laposzíjhajtást egy $P=30$ kW teljesítményű villanymotorral üzemeltetjük, határozzuk meg a hajtó és hajtott tárcsán ébredő forgatónyomatékok $M_1=?$, $M_2=?$

$$P = M_1 \cdot \omega_1 \Rightarrow M_1 = \frac{P}{\omega_1} = \frac{30 \cdot 10^3 \text{ W}}{2\pi \cdot 8 \frac{1}{s}} = \underline{\underline{597,13 \text{ Nm}}}$$

$$P = M_2 \cdot \omega_2 \Rightarrow M_2 = \frac{P}{\omega_2} = \frac{30 \cdot 10^3 \text{ W}}{2\pi \cdot 5 \frac{1}{s}} = \underline{\underline{955,41 \text{ Nm}}}$$

2. Dörzskerékajátásnál a hajtó dörzskerék átmérője 30cm, fordulatszáma 100 1/min, a hajtott dörzskerék átmérője 20 cm, a súrlódási együttható 0,25, a szorítóerő nagysága 10kN. Határozza meg az áttételt, az átvihető teljesítmény, nyomaték nagyságát.

Adatok:

$$r_1=30\text{cm}=0,3\text{m}$$

$$r_2=20\text{ cm}=0,2\text{m}$$

$$n_1=100\text{ 1/min}=1,6\text{ 1/s}$$

$$\mu=0,25$$

$$F_{SZ}=10\text{KN}$$

$$i=?$$

$$P=?$$

$$M_1=? , M_2=?$$

- Súrlódó erő meghatározása:

$$F_s = \mu \cdot F_{SZ} = 0,25 \cdot 10 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{2500 \text{ N} = 2,5 \text{ KN}}}$$

- Hajtó dörzskeréken ébredő nyomaték meghatározása:

$$M_1 = F_s \cdot r_1 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 0,3\text{m} = \underline{\underline{750 \text{ Nm}}}$$

- Hajtott dörzskeréken ébredő nyomaték meghatározása:

$$M_2 = F_s \cdot r_2 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 0,2\text{m} = \underline{\underline{500 \text{ Nm}}}$$

- Átvihető teljesítmény meghatározása:

$$P = M_1 \cdot \omega_1 = M_1 \cdot 2\pi \cdot n_1 = 750 \text{ Nm} \cdot 2\pi \cdot 1,6 \frac{1}{s} = \underline{\underline{7536 \text{ W} = 7,536 \text{ kW}}}$$

- Áttétel, és hajtott dörzskerék fordulatszámának meghatározása

$$i = \frac{M_2}{M_1} = \frac{500 \text{ Nm}}{750 \text{ Nm}} = \underline{\underline{0,666}} \Rightarrow i = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{1,6 \frac{1}{s}}{0,666} = \underline{\underline{2,51 \frac{1}{s}}}$$

3. Egy fogaskerékhajtásnál a hajtó fogaskerék fogszáma 18, a hajtott fogaskerék fogszáma 24. A hajtó fogaskerék fordulatszáma 660 1/min. Mekkora a hajtás áttétele? Mekkora a hajtott fogaskerék fordulatszáma? A hajtó fogaskerék forgatónyomatéka 500Nm, és a hajtásnál 2 %-os teljesítményveszteség lép fel. Mekkora a hajtás bemenő teljesítménye / azaz a hajtó fogaskerék teljesítménye /? Mekkora a hajtott fogaskeréken ébredő nyomaték?

Adatok:

$$Z_2=24$$

$$Z_1=18$$

$$n_1=6601/\text{min}=11 \text{ 1/s}$$

$$M_1=500\text{Nm}$$

$$\eta=98\%$$

$$i=?$$

$$n_2=?$$

$$P_1=?$$

$$M_2=?$$

- Áttétel meghatározása:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{24}{18} = \underline{\underline{1,33}}$$

- Hajtott fogaskerék fordulatszámának meghatározása:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{6601/\text{min}}{1,33} = \underline{\underline{496,24 \frac{1}{\text{min}}}} = \underline{\underline{8,27 \frac{1}{\text{s}}}}$$

- Hajtó fogaskerék teljesítménye:

$$P_1 = M_1 \cdot \omega_1 = M_1 \cdot 2\pi \cdot n_1 = 500\text{Nm} \cdot 2\pi \cdot 11 \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{34540\text{W}}} = \underline{\underline{34,540\text{kW}}}$$

- Hajtott fogaskeréken ébredő nyomaték:

$$P_2 = M_2 \cdot \omega_2 = M_2 \cdot 2\pi \cdot n_2 \Rightarrow \eta = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,98 \cdot 34,54\text{KW} = \underline{\underline{33,8492\text{KW}}}$$

- Hajtott fogaskeréken ébredő nyomaték meghatározása:

$$P_2 = M_2 \cdot \omega_2 = M_2 \cdot 2\pi \cdot n_2 \Rightarrow M_2 = \frac{P_2}{2\pi \cdot n_2} = \frac{33,8492\text{KW}}{2\pi \cdot 8,27 \frac{1}{\text{s}}} = \underline{\underline{651,7\text{Nm}}}$$

4. Egy négyütemű hathengeres motor hengereinek átmérője 8 cm, a lökethossz 9 cm, az effektív középnyomás 8 bar. A kompresszió térfogat 22,6 cm³.

- Mekkora a motor egy hengerének lökettérfogata?
- Mekkora a motor összlökettérfogata?
- Mekkora a motor sűrítési viszonya?
- Otto vagy Dízel motorról van-e szó?
- Mekkora a névleges teljesítménye, ha a motor névleges fordulatszám 2400 1/min?
- Mekkora a motor főtengeyén levehető forgatónyomaték?
- Mekkora a literteljesítmény?

Adatok:

$$i = 4$$

$$z = 6$$

$$d = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$$

$$s = 9 \text{ cm} = 0,09 \text{ m}$$

$$V_c = 22,6 \text{ cm}^3$$

$$n_{\text{névleges}} = 2400 \text{ 1/min} = 40 \text{ 1/s}$$

$$p_{\text{eff}} = 8 \text{ bar} = 8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_h = ?$$

$$V_H = ?$$

$$\epsilon = ?$$

$$P_{\text{eff}} = ?$$

$$M = ?$$

$$P_l = ?$$

- Lökettérfogat meghatározása:

$$V_h = A_d \cdot s = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot s = \frac{0,08 \text{ m}^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,09 \text{ m} = \underline{\underline{0,0004523 \text{ m}^3}} = \underline{\underline{452,3 \text{ cm}^3}}$$

- Összlökettérfogat meghatározása:

$$V_H = z \cdot V_h = 6 \cdot 0,0004523 \text{ m}^3 = \underline{\underline{0,002714 \text{ m}^3}} = \underline{\underline{2714 \text{ cm}^3}}$$

Sűrítési arány meghatározása:

$$\epsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c} = \frac{452,3 \text{ cm}^3 + 22,6 \text{ cm}^3}{22,6 \text{ cm}^3} = \underline{\underline{21,01}}$$

Effektív teljesítmény meghatározása:

$$P_{\text{eff}} = \frac{2 V_H \cdot p_{\text{eff}} \cdot n}{i} = \frac{2 \cdot 0,002712 \text{ m}^3 \cdot 8 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 40}{4} \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{43392 \text{ W}}} = \underline{\underline{43,392 \text{ kW}}} = \underline{\underline{59,013 \text{ Le}}}$$

- Forgatónyomaték meghatározása:

$$P_{\text{eff}} = M \cdot \omega_{\text{névleges}} = M \cdot 2\pi \cdot n_{\text{névleges}} \Rightarrow M = \frac{P_{\text{eff}}}{2\pi \cdot n_{\text{névleges}}} = \frac{43392\text{W}}{2\pi \cdot 40 \frac{1}{\text{s}}} = \underline{\underline{172,73\text{Nm}}}$$

- Literteljesítmény meghatározása

$$P_L = \frac{P_{\text{eff}}}{V_h} = \frac{43,392\text{KW}}{0,002712 \cdot 10^3 \text{dm}^3} = \underline{\underline{16,07 \frac{\text{KW}}{\text{l}}}}$$

5. Hány kg gázolajat fogyaszt egy óra alatt egy 80KW teljesítménnyel dolgozó traktormotor, ha a fajlagos üzemanyag fogyasztása 270g/kWh. Mekkora az óránként elfogyasztott gázolaj térfogata, ha a gázolaj sűrűsége 850 kg/m³.

Adatok.

$$t = 1\text{h} = 60\text{ s}$$

$$P_{\text{eff}} = 80\text{ kW}$$

$$b_{\text{tü}} = 270\text{ g/kWh} = 0,27\text{kg/kWh}$$

$$\rho = 850\text{ kg/m}^3$$

$$V = ?$$

$$m_{\text{tü}} = ?$$

- Óránkénti tüzelőanyag fogyasztás:

$$b_{\text{tü}} = \frac{B_{\text{tü}}}{P_{\text{eff}}} \Rightarrow B_{\text{tü}} = b_{\text{tü}} \cdot P_{\text{eff}} = 0,27 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \cdot 80\text{kW} = \underline{\underline{21,6 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}}$$

$$m_{\text{tü}} = B_{\text{tü}} \cdot t = 21,6 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 1\text{h} = \underline{\underline{21,6\text{kg}}}$$

- Óránkénti elfogyasztott gázolaj térfogata:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{21,6\text{kg}}{850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = \underline{\underline{0,02541\text{m}^3}}$$

11. Ellenőrző kérdések

1. Ismertesse a belsőégésű motorok főbb jellemzőit (lökettérfogat, kompresszió térfogat, kompresszió viszony).
2. Ismertesse az indikált és effektív teljesítmény, nyomaték, fajlagos és óránkénti fogyasztás meghatározásának lehetőségeit.
3. Ismertesse a belsőégésű motorok jelleggörbéit (P , M , $Bt_{ü}$, $bt_{ü}$).
4. Motorok szerkezete, hengertömb jellemzői, hengerpersely kialakítások.
5. Dugattyúk, dugattyúgyűrűk kialakítása és jellemzői.
6. Dugattyúcsapszeg, hajtókar kialakítása és jellemzői.
7. Forgattyús tengely és a főcsapágó kialakítása, jellemzői.
8. Otto motorok égéstér kialakítása és jellemzői vázlatrajz alapján.
9. Diesel motorok égéstér kialakítása és jellemzői vázlatrajz alapján.
10. A gázcserevezérlés szerkezeti elemei, kialakítása, vezérlési rendszerek.
11. Légszűrési elvek, kombinált levegőszűrő kialakítása, működése.
12. Rajzolja le a belsőégésű motorok indikátor és vezérlési diagramokat.
13. Jellemezze a belsőégésű motorok tüzelőanyagait és azok jellemzőit.
14. Jellemezze a négyütemű Otto-motor működését, felépítését, rajzát, illetve az indikátor és vezérlési diagramját.
15. Ismertesse a négyütemű dízelmotor működését, felépítését, rajzát, indikátor és vezérlési diagramját.
16. Mutassa be a kétütemű Otto-motor működését, felépítését, rajzolja le.
17. Definiálja a dízelmotor tüzelőanyag ellátó rendszerének felépítését, ismertetése és jellemezze a teljesítmény és fordulatszám szabályzást, porlasztó és égéstér kialakításokat.
18. Ismertesse az Otto motor tüzelőanyag ellátó rendszereit, típusait és módszereit.
19. Az elemi karburátor kialakítása, működése.
20. A fékkevegőfűvókás karburátor kialakítása, működése.
21. Injektoros benzinmotorok jellemzői, részei vázlat alapján.
22. Határozza meg a belsőégésű motorok kenési rendszereit, módszereit.
23. Ismertesse a belsőégésű motorok hűtését, hűtési rendszereket és azok felépítését részeit rajz formájában.
24. Határozza és jellemezze a járműszerkezetek elektromos erőforrásait, akkumulátorok, generátorok, gyújtási berendezéseket és motorindítási elemeket.
25. Ólom akkumulátor működési elve, felépítése és jellemzői.
26. Generátor működési elve, szerkezete, fő részei és jellemzői
27. Motorok indításának módjai és jellemzői
28. Az akkumulátoros gyújtás felépítése, részei és működése.
29. Az előgyújtásszabályzó feladata, kialakítása és működése

30. [Erőgépek erőátviteli elemeinek ismertetése, feladatuk, felépítésük és működésük \(tengelykapcsolók, sebességváltók, kiegyenlítőművek, véglehajtás és teljesítményleadó tengely TLT.\)](#)
31. [Tengelykapcsoló feladata, típusai, a tárcsás tengelykapcsolón átvihető nyomaték.](#)
32. [Egytárcsás tengelykapcsoló szerkezeti kialakítása, részei és működése.](#)
33. [A tengelykapcsoló holtjátéka, beállítása](#)
34. [Az előtétengelyes sebességváltó felépítése, működése és jellemzői.](#)
35. [A szorzórendszerű sebességváltó kialakítása, működése és jellemzői.](#)
36. [Sebességváltók kapcsolószerkezetei, szinkronváltó működési elve.](#)
37. [Kiegyenlítőmű \(differenciálmű\) feladata, szerkezete, részei és működése.](#)
38. [Differenciálzár feladata, véglehajtások típusai, kialakításuk és jellemzőik](#)
39. [Erőgépek kiegészítő berendezései, vonó és függesztőszerkezet kialakítása, feladata.](#)
40. [Traktorhidraulika feladata, kialakítása, részei, hidraulika szabályzási módok.](#)

12. Felhasznált Irodalom

1. Szendrő Péter: Géptan. Mezőgazda Kiadó, 2003, ISBN 963-286-021-7
2. Szendrő P.: Mezőgazdasági gépszerkezettan. Mg. Szaktudás Kiadó, Bp. 2000, ISBN: 9633562848
3. Bohner - Gscheidle - Leyer - Pichler - Saier – Schnidt (1994): Gépjárműszerkezetek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, ISBN 9631605434.
4. Egyed Gyula (2001): Mezőgazdasági erő- és munkagépek, Szaktudás Kiadó Ház Rt., Budapest, ISBN 9789633563410
5. Janik József (2003): Gépfenntartás I., II., Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, ISBN 9789639422643
6. Jánossy, Zsidai, Kári, Horváth, Keresztes (2013): Szereléstechológiák, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest, ISBN: 0609001299163
7. Szendrő Péter (2011): Gépelemek, Mezőgazda Kiadó Budapest, ISBN: 9789632866451
8. Sente Márk, Vas Attila (2004): Mezőgazdasági traktorok elmélete és szerkezete, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, ISBN 963955359X
9. Sitkei Gy (2004): Mezőgazdasági műszaki alapismeretek, Szaktudás Kiadó, Budapest, ISBN: 9789639553131.
10. Laib Lajos (2002): Terepen mozgó járművek, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, ISBN 9639422010.
11. Laib Lajos, Vas Attila (1998): Traktorok-autók Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Budapest, ISBN 9633562554
12. Lukács Pál (2011): Szerviztechnika, Kecskeméti Főiskola Gépipari Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar, Egyetemi tananyag, Kecskemét, ISBN 978-963-279-660-4
13. Váradi János-Varga Frigyes (1974): Traktorok és Autók, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, ISBN9632303059
14. Vas Attila (2005): Belsőégésű motorok szerkezete és működése, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, ISBN 9639553492
15. Vas Attila (1997): Belsőégésű motorok az autó- és traktortechnikában. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, ISBN: 963 356 212 0
16. Pattantyús-Ábrahám Géza (1983): A gépek üzemtana. 14. kiadás. Műszaki Könyvkiadó, Bp, ISBN: 963 10 4808 X.
17. Wilfried Staudt (1988): Gépjárműtechnika, Omár Bt. Székesfehérvár, ISBN 9638510803
18. Zinner György: Gépjárművek erőátviteli berendezései Tankönyvmester Kiadó, 2005.
19. Bánházi-Koltai-Soós (1984): A szántóföldi munkagépek működésének elméleti alapjai. Mg. Kiadó, Budapest, ISBN 9632316851

13. Ábrajegyzék

1. ábra Dugattyús motorok felépítése	7
2. ábra Négyütemű Otto-motor szerkezeti felépítése	8
3. ábra Négyütemű Ottó motor működése.....	9
4. ábra Négyütemű Ottó motor működése és vezérlési diagramja	10
5. ábra Négyütemű Ottó motor működési paraméterei	10
6. ábra Négyütemű dízelmotor működése	11
7. ábra Négyütemű dízelmotor szerkezeti felépítése és vezérlési diagramja	11
8. ábra Kétütemű Otto-motor működési elve	13
9. ábra STIHL motorfűrész szerkezeti felépítése és forgattyús hajtóműve.....	14
10. ábra Kétütemű Otto-motor működési paraméterei	15
11. ábra Kétütemű dízelmotor szerkezeti felépítése és működése	15
12. ábra Négyhengeres folyadékűtéses motor felépítése.....	16
13. ábra Négyütemű dízelmotor és benzinmotor indikátordiagramja	17
14. ábra Belsőégésű motorok indikált és effektív középnyomás értékei	18
15. ábra Belsőégésű motorok indikált és effektív teljesítménye	19
16. ábra Belsőégésű motorok jelleggörbéi	20
17. ábra „T” és „L”, lépcsős, ék alakú égésterek kialakítása négyütemű motorokban	21
18. ábra Hengeres tér kialakítások négyütemű belsőégésű motorokban	22
19. ábra Tető alakú égéstér	22
20. ábra Hengerfej és hengerfejtömítés kialakításának lehetőségei	23
21. ábra Osztatlan égéstér.....	25
22. ábra MAN égéstér	25
23. ábra Saurer égéstér és szívószelepe felépítése és kialakítása	26
24. ábra Előkamrás égéstér kialakítása és felépítése	26
25. ábra Örvénykamrás égéstér felépítése és jellemzői.....	28
26. ábra Légkamrás égéstér	28
27. ábra Hengertömb kialakítások vízűtés és légűtéskor	29
28. ábra Száraz hengerpersely	30
29. ábra Nedves hengerpersely.....	30
30. ábra Soros motor, boxer motor, V-motor, csillag-motor, X-motor.....	31
31. ábra Hasított dugattyú kialakítása	32
32. ábra A dugattyú ovalítása	32
33. ábra Dugattyúgyűrűk felmetszése	33
34. ábra Dugattyúgyűrűk szivattyúzó hatása.....	33
35. ábra Dugattyúcsap rögzítés	34
36. ábra Dugattyúcsap rögzítések.....	34
37. ábra Dugattyúcsap biztosítása	34
38. ábra Hajtórúd kialakítása és típusai.....	35
39. ábra Hajtórúdcsavar illesztése	36
40. ábra Forgattyús tengely kialakítása és részei	36
41. ábra Ellensúlyok elhelyezkedése a forgattyús tengelyen	37
42. ábra Lendkerék kialakítása, lendkerékbe gépített torziós lengéscsillapító	37

Szegei Tudományegyetem**Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.****www.u-szeged.hu****www.szechenyi2020.hu****SZÉCHENYI** 2020MAGYARORSZÁG
KORMÁNYAEurópai Unió
Európai Szociális
Alap**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

43. ábra Vezérműtengely és bütyökprofil kialakítása és felépítése	38
44. ábra Állószelepes vezérlés (SV) Függőleges vezérlés (OHV)	39
45. ábra OHC, DOHC szelepvezérlési módszer elvi felépítése	39
46. ábra Szelep és tartozékai	40
47. ábra Dízelmotorok tüzelőanyagellátó rendszere	41
48. ábra Dugattyús tápszivattyú	41
49. ábra Dízelmotorok tüzelőanyagellátó rendszere tüzelőanyagszűrő	42
50. ábra Soros rendszerű Bosch adagoló felépítése	42
51. ábra Adagoló szivattyú működése.....	43
52. ábra Fordulatszám szabályzás technológiai folyamata	43
53. ábra Porlasztó felépítése.....	43
54. ábra A szabad ellendugattyús adagolószivattyúval szerelt tüzelőanyag-ellátó rendszer (CAV).....	44
55. ábra Az ellendugattyús szivattyú működése	45
56. ábra A közös nyomócsöves befecskendező rendszer felépítése.....	45
57. ábra EDC rendszerek, dízel motorok idővezérlése	46
58. ábra Elemi karburátoros rendszer.....	47
59. ábra Kiegyenlítő fúvókás	47
60. ábra Claudel karburátor	48
61. ábra Motoros fűrészfűtőanyag rendszer	48
62. ábra Elektronikus benzin befecskendezés L-Jetronic szerkezeti felépítése	49
63. ábra Kombinált légszűrő	50
64. ábra Turbó feltöltő.....	51
65. ábra A gázok áramlása Comprex feltöltőben	51
66. ábra Feltöltés, levegő visszahűtéssel	52
67. ábra Különböző technológiával készített bordák	54
68. ábra Különböző ventilátorok alkalmazása	54
69. ábra Zárt rendszerű szivattyús hűtés	55
70. ábra Zárt rendszerű szivattyús hűtés berendezései.....	55
71. ábra Szivattyús olajozás szerkezete.....	57
72. ábra Fogaskerék (külső, belső fogazású) szivattyú	57
73. ábra Főáramú és mellékáramú szűrési rendszer szerkezeti felépítése.....	58
74. ábra Olajszűrő típusok, rés, szitabetét, cserélhető, centrifugális.....	58
75. ábra Négyütemű motor kenési rendszere	59
76. ábra Savas akkumulátor szerkezeti felépítése és működése.....	61
77. ábra Háromfázisú generátor felépítése	62
78. ábra Ékszíjhajtás ellenőrzése.....	63
79. ábra Csúszófogaskerékes indítómotor felépítése és működése.....	63
80. ábra Sorosan kapcsolható izzító gyertya, izzócsapos izzítógyertya felépítése.....	64
81. ábra Gyújtótranszformátor metszete és felépítése.....	65
82. ábra Gyújtáselosztó szerkezeti felépítése és működése.....	66
83. ábra Gyújtógyertya metszete	67
84. ábra Hagyományos akkumulátoros gyújtás.....	67
85. ábra Röpsúlyos és vákuumos előgyújtás	
88szabályozás.....	68

86. ábra Traktor erőátviteli rendszer felépítése	69
87. ábra Egytárcsás súrlódó tengelykapcsoló	70
88. ábra Tolófogaskerekes, tolóhüvelyes tengelykapcsoló szerkezet	71
89. ábra Szinkron kapcsoló szerkezeti felépítése és működése	72
90. ábra Szorzóműves sebességváltó szerkezeti felépítése és működése	72
91. ábra Előtéttengelyes sebességváltó szerkezeti felépítése és működése	73
92. ábra Kiegyenlítőmű szerkezeti felépítése és működése:	73
93. ábra Kapcsolható és önzáró differenciálzár szerkezeti felépítése és működése:	74
94. ábra Véglehajtás elhelyezése, homlokkerekes, bolygóműves véglehajtás	75
95. ábra Teljesítmény leadó tengely	75
96. ábra Hárompontos függesztőszerkezet:	76
97. ábra Emelőhidraulika:	77
98. ábra Traktor hidraulikus rendszere	78



EFOP-3.4.3-16-2016-00014

