

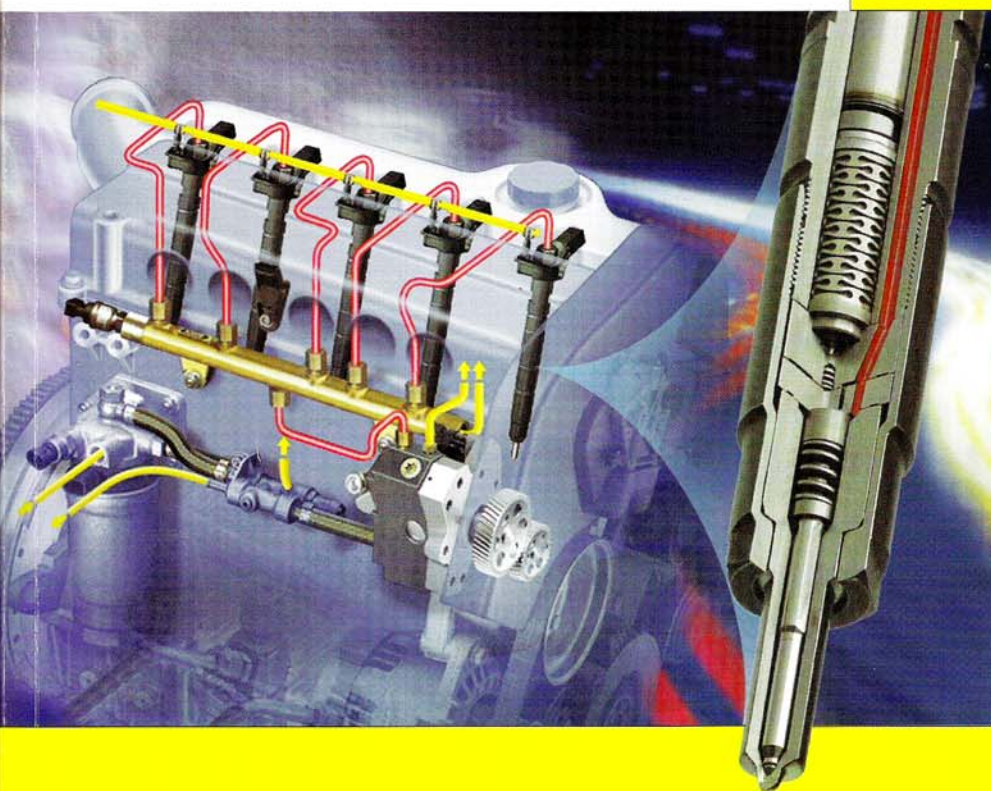
Common Rail befecskendező rendszerek

BOSCH



Gépjárműtechnika

- Személygépkocsi és haszongépjármű rendszerek
- Piezo-inline injektorok
- Nagynyomású szivattyúk



- 4 A common rail rendszer áttekin-
tése
 - 4 Alkalmazási területek
 - 5 Felépítés
 - 6 Működési elv
 - 10 Common rail rendszerek személygép-
kocsikhoz
 - 15 Common rail rendszerek haszongép-
járművek részére
 - 18 Tüzelőanyagellátás – kisnyomású rész
 - 18 Áttekintés
 - 20 Tüzelőanyag tápszivattyú
 - 24 Tüzelőanyag-szűrő
 - 26 A common rail rendszer nagynyomá-
sú részegységei
 - 26 Áttekintés
 - 28 Injektorok
 - 40 Nagynyomású szivattyúk
 - 46 Rail-cső (nagynyomású tároló)
 - 47 Nagynyomású érzékelők
 - 48 Nyomásszabályzó szelep
 - 49 Nyomáskorlátozó (lefúvató) szelep
 - 50 Porlasztó fúvókák
 - 52 Furatos porlasztó fúvókák
 - 56 Porlasztó fúvókák továbbfejlesztése
 - 58 Nagynyomású összekötő elemek
 - 58 Nagynyomású csatlakozók
 - 59 Nagynyomású tüzelőanyag-vezetékek
 - 62 Elektronikus dízel szabályzás (EDC)
 - 62 Rendszeráttekintés
 - 64 Személygépkocsi common rail rend-
szer
 - 65 Haszongépjármű common rail rend-
szer
 - 66 Adatfeldolgozás
 - 68 A befecskendezés szabályzása
 - 76 Személygépkocsi dízel motorok
lambdaszabályzása
 - 81 Nyomatékvezérelt EDC-rendszerek
 - 84 Adatcsere a többi rendszerrel
 - 85 Soros adatátvitel a CAN-buszon ke-
resztül
 - 86 Diagnosztika
 - 86 Fedélzeti diagnosztika (On-Board-
Diagnose)
 - 89 On Board Diagnostic rendszer
személygépkocsikon és könnyű ha-
szongépjárműveken
 - 90 Diagnosztika a műhelyben
 - 92 Szakkifejezések
 - 94 Rövidítések
- Háttérinformációk (szürke alapon)**
- 9 „Dízelrobbanás” Európában
 - 14 Dízel befecskendező rendszerek átte-
kintése
 - 19 Az elektromos tüzelőanyag-szivattyú-
val szemben támasztott elvárások
 - 23 A dízel tüzelőanyag szűrése
 - 27 A tisztasággal szembeni követelmé-
nyek
 - 38 A piezoelektromos hatás
 - 39 Elektronika... a fogalom eredete?
 - 51 Méretek a dízel befecskendezésnél
 - 57 A dízel befecskendezés rendkívül
precíz technika
 - 61 A kavitáció jelensége a nagynyomású
tüzelőanyag-rendszerekben
 - 75 Injektorok mennyiségének korrekciója
 - 80 Szabályzás és vezérlés

A common rail rendszer áttekintése

A dízelmotorok befecskendező rendszereivel szemben támasztott követelmények folyamatosan növekednek. A nagyobb nyomások, a rövidebb kapcsolási idők és a befecskendezés lefutásának a motor üzemállapotához történő rugalmas állítása teszik a dízelmotorokat takarékosabbá, tisztábbá és növelik meg ugyanakkor a teljesítményt is. A dízelmotorok ezen a módon nyerhettek bebocsátást a felső gépkocsi osztályba is.

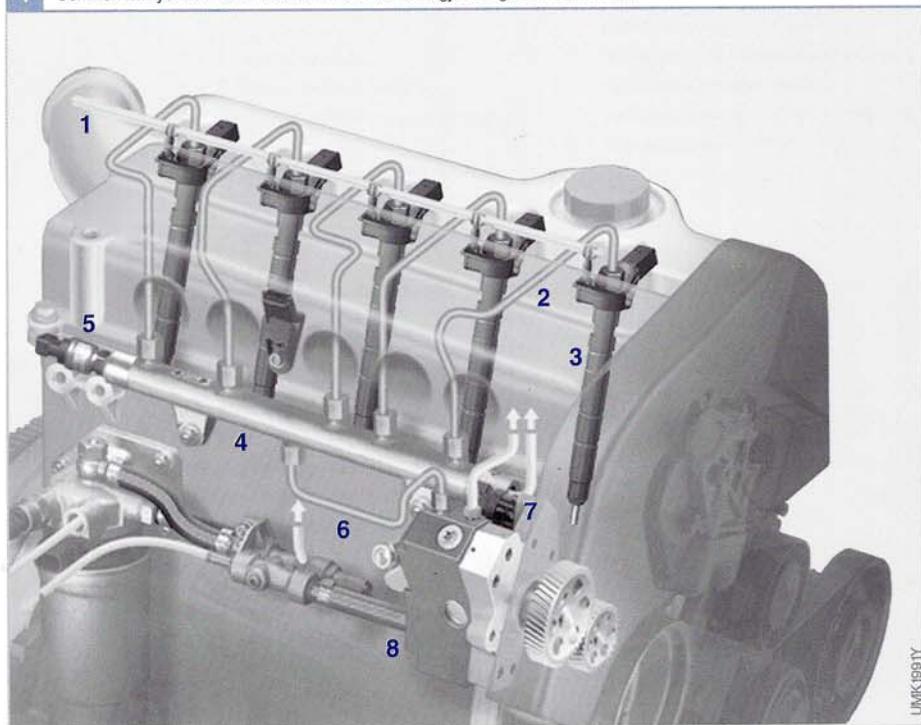
A common rail (CR) ennek a magas szintre fejlesztett befecskendezőrendszer-generációnak a tagja. A common rail rendszer legfőbb előnye, hogy a különböző befecskendezési nyomások és a befecskendezési időpontok rendkívül tág határok között kombinálhatók. Ezt a nyomás előállításának és a befecskendezés megvalósításának szétválasztása teszi lehetővé (előbbit a nagynyomású szivattyú, utóbbit pedig az elektromos injektorok végzik). A folyamat során a rail-cső nyomástárolóként szolgál.

Alkalmazási területek

A közvetlen dízel befecskendezéssel (Direct Injection, DI) működő motorok common rail rendszereit a következő gépkocsi típusokon alkalmazzák:

- A nagyon alacsony, 3,5 l/100 km fogyasztású, 0,8 l lökettérfogatú, 30 kW (41 PS) teljesítményű, 100 Nm forgatónyomatékú motoroktól egészen a felső kategóriás *sze mélygépkocsik* hozzávetőleg 4 l lökettérfogatú, 180 kW (245 PS) teljesítményű és 560 Nm forgatónyomatékot leadó nyolchengeres motorjáig.
- *Könnyű haszongépjárműveken* egészen 30 kW/henger teljesítményig, valamint
- *Nehéztehergépkocsikon*, mozdonyokon és hajókon, egészen hozzávetőleg 200 kW/henger teljesítményig.

1 Common rail nyomástárolós befecskendező rendszer egy öthengeres dízelmotoron



1. ábra

- 1 Tüzelőanyag visszafolyó vezeték
- 2 Nagynyomású tüzelőanyag-vezeték az injektor felé
- 3 Injektor
- 4 Rail-cső
- 5 Rail-nyomás érzékelő
- 6 Nagynyomású tüzelőanyag-vezeték a rail-cső felé
- 7 Tüzelőanyag visszafolyó vezeték
- 8 Nagynyomású szivattyú

A common rail rendszer nagyfokú rugalmasságot nyújt a befecskendezés motorhoz hangolásában. Ezt a következőkkel lehet elérni:

- Nagy befecskendezési nyomás akár 1600 bar-ig, a jövőben ez akár 1800 bar is lehet.
- Az üzemállapothoz illesztett befecskendezési nyomás (200...1800 bar).
- Változtatható befecskendezés-kezdet.
- Lehetőség van több elő- és utóbefecskendezésre is (akár nagyon késői utóbefecskendezés is megvalósítható).

Ezen a módon a common rail rendszer jelentős mértékben hozzájárult a dízelmotorok fajlagos teljesítményének növeléséhez, valamint a zajszint és a károsanyag-kibocsátás csökkentéséhez.

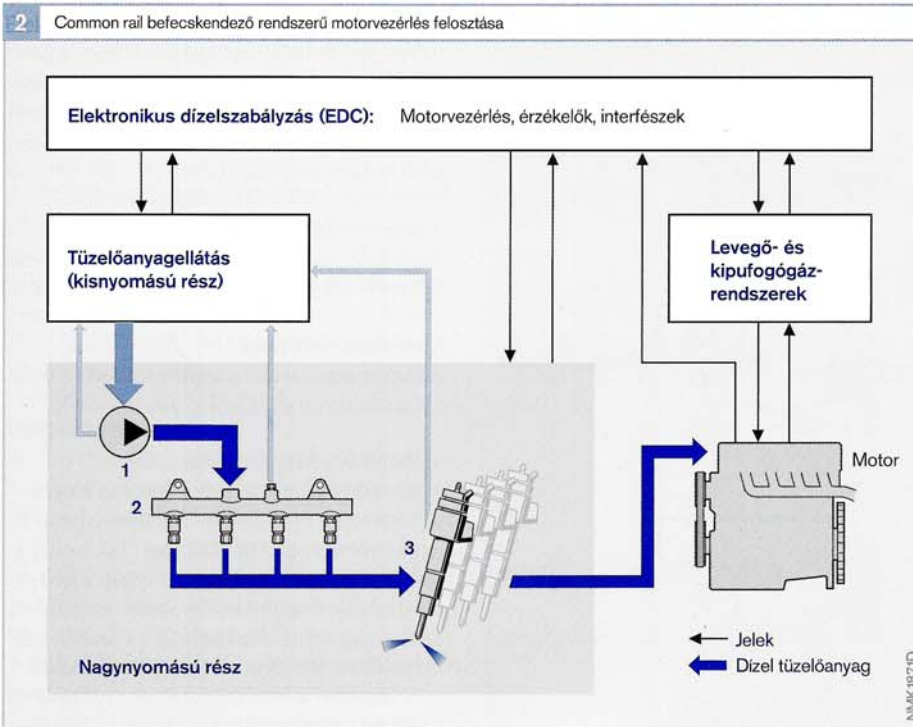
Napjainkban a korszerű, gyorsjáratú (közvetlen befecskendezéssel működő) személygépkocsi dízelmotorok leggyakrabban alkalmazott befecskendező rendszere a common rail.

Felépítés

A common rail rendszert a következő fő részek alkotják (1. és 2. ábra):

- kisnyomású rendszer a tüzelőanyagellátás alkotó elemeivel,
- nagynyomású rendszer a nagynyomású szivattyúval, a rail-csővel, az injektorokkal és a nagynyomású tüzelőanyag-vezetékekkel,
- elektronikus dízelszabályzás (EDC) érzékelőkkel, vezérlőegységgel és beavatkozó szervekkel (aktuátorokkal).

A common rail rendszer központi elemei az injektorok. Ezekben egy gyorsan kapcsoló szelep (mágnesszelep vagy piezo-elem) található, amely a befecskendező fűvókát nyitja és zárja. Ezen a módon minden egyes henger befecskendezési folyamatát függetlenül lehet vezérelni.



Minden injektor a rail-csőre van csatlakoztatva. Innen származik a „common rail” elnevezés (az angol kifejezés magyar jelentése: közös elosztócső).

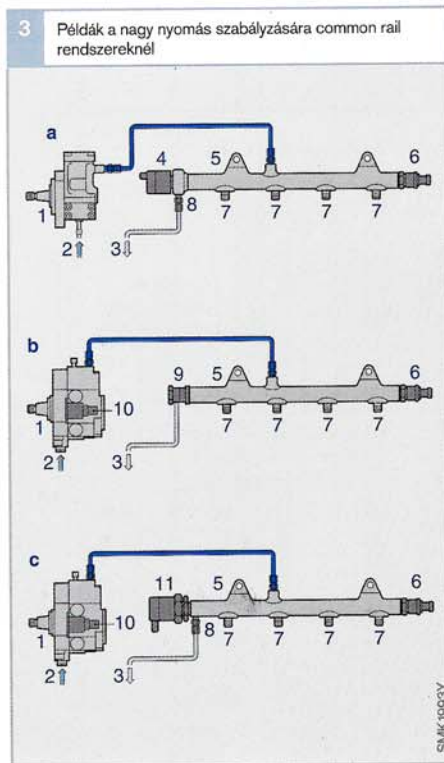
A common rail rendszer jellemzője, hogy a rendszernyomást a motor munkapontjának megfelelően lehet megválasztani. A berendezés a nyomást egy nyomásszabályzó-szelep vagy az adagoló egység (3. ábra) segítségével állítja be.

A common rail rendszer moduláris felépítése megkönnyíti különféle motorokon való alkalmazását.

3. ábra

- a Nagy nyomás oldalán végzett szabályzás nyomásszabályzó-szeleppel (személygépkocsikon való alkalmazásra)
- b Szívóoldalon végzett nyomásszabályzás a nagynyomású szivattyúra épített adagolóegységgel (személygépkocsik és haszongépjárművek részére)
- c Szívóoldalon végzett nyomásszabályzás adagolóegységgel, nyomásszabályzó-szeleppel kiegészítve (személygépkocsikhoz)

- 1 Nagynyomású szivattyú
- 2 Tüzelőanyag-betáp
- 3 Tüzelőanyag visszafolyás
- 4 Nyomásszabályzó-szelep
- 5 Rail-cső
- 6 Rail-nyomás érzékelő
- 7 Injektor csatlakozó csomák
- 8 Tüzelőanyag visszafolyás csatlakozó csomák
- 9 Nyomáskorlátozó szelep
- 10 Adagolóegység
- 11 Nyomásszabályzó-szelep



Működési elv

A common rail nyomástárolós befecskendező rendszer esetében a nyomás előállítása és a befecskendezés szét vannak választva. A befecskendezési nyomás a motor fordulatszámától és a befecskendezett mennyiségtől függetlenül hozható létre. Az elektronikus dízelszabályzás (EDC) az egyes részegységeket külön-külön hajtja meg.

Nyomáseelőállítás

A nyomás előállítását és a befecskendezést egy tároló térfogat segítségével lehet megvalósítani. A nyomás alá helyezett tüzelőanyag a common rail rendszer nyomástárolójában várja a befecskendezés pillanatát.

A kívánt befecskendezési nyomást egy a dízelmotorról hajtott, folyamatosan üzemelő nagynyomású szivattyú állítja elő. Ez a rail-ben kialakuló nyomást a motor fordulatszámától és a befecskendezett mennyiségtől teljesen függetlenül adott értéken tartja.

A hozzávetőleg állandó hozamú szállításhoz köszönhetően a nagynyomású szivattyú mérete és hajtó nyomatéka is lényegesen kisebb lehet, mint az a hagyományos befecskendező rendszerek esetében szokásos. Ennek következményeként a szivattyú hajtása is kisebb terhelésnek van kitéve.

A nagynyomású szivattyú általában radiáldugattyús kialakítású, a haszongépjárműveknél egyes esetekben soros szivattyút találunk.

Nyomásszabályzás

Az adott rendszertől függően különféle nyomásszabályzási eljárásokat alkalmaznak.

Szabályzás a nagynyomású oldalon
A személygépkocsi-rendszerekben a kívánt rail-nyomást egy nyomásszabályzó-szelep a nagy nyomás oldalán állítja be (3a. ábra, 4.). A főleges tüzelőanyagmennyiség a nyomásszabályzó-szelepen keresztül visszafolyik az alacsony nyomású körbe. Ez a szabályzási megoldás a rail-nyomás gyors módosítását teszi lehetővé a motor munkapontváltása (például terhelésváltozás) esetén.

Az első common rail rendszereknél a nagy-nyomású oldali szabályzást alkalmazták. A nyomásszabályzó-szelep ezekben az esetekben többnyire a railen van elhelyezve, egyes alkalmazásoknál közvetlenül a nagy-nyomású szivattyúra szerelik.

Betáplálás oldali mennyiségsszabályzás

A rail-nyomás szabályzásának egy másik módszerénél a betáplálási oldalon végeznek mennyiségsszabályzást (3b. ábra). A nagy-nyomású szivattyúra rögzített mennyiségsszabályzó egység (10) feladata, hogy a szivattyú pontosan annyi tüzelőanyagot szállítson az elosztócsőbe, amennyivel a rendszer az előírt befecskendezési nyomást fenn tudja tartani. Meghibásodás esetén egy nyomáskorlátozó szelep (9) akadályozza meg a túlságosan nagy rail-nyomás kialakulását.

A szívóoldalon megvalósított mennyiségsszabályzással kevesebb tüzelőanyagot kell nagy nyomásra sűríteni, ezáltal a szivattyú teljesítményfelvétele is kisebb. Ennek pozitív hatása van a tüzelőanyag-fogyasztásra. Az eljárás további kedvező hatása, hogy a tartályba visszafolyó tüzelőanyag hőmérséklete alacsonyabb, mint a nagy nyomás oldalán végzett szabályzás esetében.

Két szabályzó elemes rendszer

A két szabályzó elemes rendszer (3c. ábra) az adagoló egységgel megvalósított szívóoldali nyomásszabályzást és a nyomásszabályzó-szeleppel végzett nagy nyomású szabályzást kombinálva egyesíti a két rendszer előnyeit (lásd a „Common rail rendszerek személygépkocsikhoz” fejezetnél).

Befecskendezés

Az injektorok a tüzelőanyagot közvetlenül a motor égésterébe fecskendezik be. Az injektorok a rail-ből kapnak nagy nyomású tápellátást, rövid tüzelőanyag-csőveken keresztül. A motor-vezérlőegység az injektorba integrált szelepet vezérli, aminek hatására a befecskendező fúvóka nyit és zár.

A hengerbe jutó tüzelőanyag-mennyiséget a rendszernyomás és az injektor nyitási ideje határozza meg. Állandó nyomáson a men-

nyiség a kapcsolószelep bekapcsolási idejével arányos, ezáltal a motor, illetve a szivattyú fordulatszámától független (idővezérelt befecskendezés).

Hidraulikus teljesítménypotenciál

A nyomáselőállítás és a befecskendezés szétválasztása még nagyobb szabadságot ad a rendszernek az égési folyamat kialakításában: a befecskendezési nyomást a jellegmezőben tetszőlegesen lehet megválasztani. A maximális befecskendezési nyomás jelenleg 1600 bar, a jövőben 1800 bar lesz.

A common rail rendszer az előbefecskendezés, illetve a többszörös befecskendezés alkalmazásának köszönhetően lehetővé teszi, hogy tovább lehessen csökkenteni az emissziós értékeket, valamint lényegesen mérsékelhető az égés zajszintje. A rendkívül gyors működésű kapcsolószelepek többszörös vezérlésével egyetlen munkaciklus során akár öt részre bontott befecskendezés is megvalósítható. A fúvókatű hidraulikus rásegítéssel záródik, ami a befecskendezés gyors befejezését biztosítja.

Vezérlés és szabályzás

Működési elv

A motor-vezérlőegység szenzorok segítségével meghatározza a gázpedál helyzetét, valamint a gépkocsi és a motor aktuális üzemi állapotát (lásd még az „Elektronikus dízel-szabályzás” fejezetnél). Ezt többek között az alábbiak jelentik:

- főtengely fordulatszám és -szöghelyzet,
- rail-nyomás,
- töltőnyomás,
- beszívott levegő-, hűtővíz- és tüzelőanyag-hőmérséklet,
- beszívott légtömegáram,
- menetsebesség stb.

A vezérlőegység kiértékeli a bemenő jeleket és az égési folyamattal szinkronban kiszámítja a nyomásszabályzó-szelep vagy az adagoló-egység, az injektorok és a többi állítóelem (például kipufogógáz-visszavezető szelep; turbófeltöltő állítómű) vezérlő jeleit.

Az injektorokhoz szükséges rövid kapcsolási időket az optimalizált kialakítású kapcsoló szelepeknek és a különleges vezérlésnek köszönhetően lehet elérni.

A szög-idő vezérlő rendszer a befecskendezési időpontot a főtengely- és vezérműtengely-jeladó adatainak megfelelően a motor mindenkori üzemi állapotához illeszti (idővezérlés). Az elektronikus dízel-szabályzás (EDC) lehetővé teszi, hogy a befecskendezett mennyiséget pontosan lehessen adagolni. Az EDC ezen kívül olyan kiegészítő funkciók lehetőségét is kínálja, amelyek a menettulajdonságokat javítják, illetve a jármű komfortját növelik.

Alapfunkciók

Az alapfunkciók a dízel tüzelőanyag megfelelő időpontban, mennyiségben és nyomáson való befecskendezését vezérlik. Ezen a módon biztosítható a dízelmotor kedvező fogyasztása és nyugodt járása.

A befecskendezés kiszámításának korrekciós funkciói

A befecskendező rendszer és a motor tūrstartományának kiegyenlítésére egy egész sor korrekciós funkció használható (lásd az „Elektronikus dízel-szabályzás” fejezetnél):

- injektorok mennyiségi korrekciója,
- nullmennyiség-kalibrálás,
- mennyiségi kiegyenlítés szabályzása,
- mennyiségi középérték adaptálása.

Kiegészítő funkciók

A kiegészítő vezérlő- és szabályzó funkciók a kipufogógáz-emisszió és a tüzelőanyag-fogyasztás csökkentését, illetve a biztonság és a komfortérzet növelését célozzák. Ilyenek például a következők:

- a kipufogógáz-visszavezetés szabályzása,
- töltőnyomás-szabályzás,
- menetsebesség-szabályozás,
- elektronikus indításgátló stb.

Az EDC berendezés integrálása a gépkocsi teljes rendszerébe további lehetőségek sorát nyitja meg, például a váltó- vagy a klíma-vezérlőegységgel történő kommunikációt.

A gépkocsi felülvizsgálata során a tárolt rendszeradatokat a diagnosztikai csatlakozón keresztül lehet kiolvasni és kiértékelni.

Vezérlőegységek konfigurálása

Mivel a motor-vezérlőegységekben rendszerint maximálisan nyolc végfok található, ezért az ennél nagyobb hengerszámú motorok esetében két vezérlőegységet alkalmaznak. Ezek a vezérlőegységek egy nagyon gyors belső CAN-csatolón keresztül „Master-Slave” üzemmódban vannak összekapcsolva. Ennek köszönhetően nagyobb számú kapacitás használható. Bizonyos funkciók azonban rögzítetten az egyik vezérlőegységhez kapcsolódnak (pl. a mennyiségi korrekció szabályzása). Más funkciókat a konfigurálás során rugalmasan lehet hozzárendelni valamelyik vezérlőegységhez (például a szenzorok adatainak kezelését).

► „Dizelrobbanás” Európában

A dízelmotorok alkalmazása

A gépjárművek történetének kezdetén közúti járművek hajtására kizárólag a benzinmotort (az Otto-motort) alkalmazták. 1927-ben gyártották az első dízelmotorral ellátott haszongépjárművet, majd 1936-ban az első személygépkocsit.

A haszongépjárművek területén gazdaságosságának és hosszú élettartamának köszönhetően a dízelmotor hamar elterjedt. A személygépkocsik esetében azonban a dízelmotor sokáig a háttérbe szorult. Csak a korszerű, turbófeltöltéssel ellátott közvetlen befecskendezésű motorok változtatták meg a dízelhajtásról alkotott képet – a közvetlen dízelbefecskendezést már a legelső haszongépjárműveken is alkalmazták. Időközben Európában az új üzembehelyezésű gépkocsiknál a dízelmotorok részaránya közel 50% lett.

A dízelmotorok tulajdonságai

Melyek a korszerű dízelmotorok jellemzői, amelyek jelenlegi robbanásszerű elterjedésüket okozzák?

Gazdaságosság

Egyrészt a hasonló teljesítményű benzinmotorokhoz viszonyítva kisebb a tüzelőanyag-fogyasztásuk – ez a dízelmotorok nagyobb hatásfokának köszönhető. Másrészt több európai országban kedvezőbb a dízel tüzelőanyagok adója. A sokat autózók számára ezért a dízelmotoros gépkocsi magasabb beszerzési ára ellenére is a gazdaságosabb alternatívát jelenti.

Élvezetes vezetés

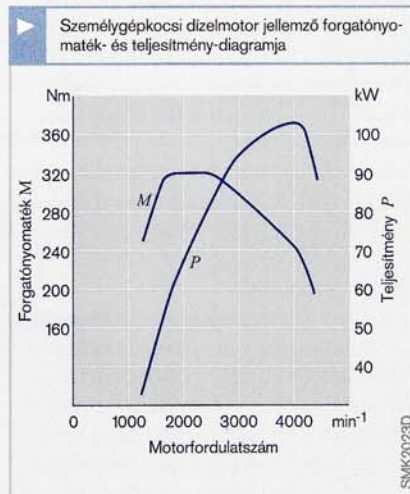
Szinte minden mai dízelmotor feltöltéssel működik. Ennek köszönhetően már az alacsonyabb fordulatszám-tartományokban is nagyobb hengerfeltölttség érhető el. Megfelelően nagyobb lehet a befecskendezett mennyiség, aminek következtében a motor nagy nyomatékot állít elő. Ebből olyan karakterisztika származik, ami már alacsony motorfordulatszámon is lehetővé teszi a nagy nyomaték leadását.

A motor húzóerejét ugyanis nem annak végteljesítménye, hanem pillanatnyi forgatónyomatéka határozza meg. Egy feltöltés nélküli benzinmotorhoz viszonyítva akár egy kisebb teljesítményű dízelmotorral is élvezetesebb lehet az autózás. A „lusta olajkályha” jelző már egyáltalán nem használható a dízelmotorok új generációi esetében.

Környezeti hatások

Az a füstfelhő, amit régebben a dízelmotorok a nagyobb teljesítménytartományban bocsátottak ki magukból, már a múlté. Ezt a továbbfejlesztett befecskendező rendszerek és az elektronikus dízelszabályzás (EDC) tették lehetővé. Ezekkel a rendszerekkel a tüzelőanyag-mennyiség pontosan adagolható, a motor munkapontjának és a környezeti viszonyoknak megfelelően. A jelenleg hatályos emissziós előírásokat ennek a technikának a segítségével lehet teljesíteni.

Az oxidációs katalizátorok, amelyek a kipufogógázból eltávolítják a szénmonoxidot (CO) és a szénhidrogéneket (HC), már alapfelszerelésnek számítanak. A kipufogógáz utókezelés további berendezéseivel, például a részecskeszűrőkkel és a tárolórendszerű NO_x-katalizátorokkal a jövőbeni szigorodó kipufogógáz határértékek is teljesíthetők lesznek – még az Egyesült Államok szigorú előírásai is.



Common rail rendszerek személygépkocsikhoz

Tüzelőanyag-ellátás

A személygépkocsik common rail rendszereinél a tüzelőanyagnak a nagynyomású szivattyútól történő szállítására elektromos tüzelőanyag-szivattyút vagy fogaskerekes szivattyút alkalmaznak.

Elektromos tüzelőanyag-szivattyúval felszerelt rendszerek

Az elektromos tüzelőanyag-szivattyú – amelyet tankba épített egységként a tüzelőanyag-tartályban helyeznek el (in-tank kivitel esetén), vagy a tüzelőanyag vezetékekbe van beépítve (in-line kivitelnél) – a gázolajat egy előszűrőn keresztül szívja föl, majd 6 bar-os nyomással szállítja a nagynyomású szivattyúhoz (3. ábra). A maximális szállítási mennyiség 190 l/h. A gyorsabb motorindítás érdekében a szivattyú már a gyújtáskulcs elfordításakor beindul. Ezzel biztosítható, hogy az alacsony nyomású körben már indításkor rendelkezésre álljon a szükséges nyomás. A nagynyomású szivattyú betáplvezetékébe építik be a tüzelőanyag-szűrőt (amely egy finom pórusmértetű szűrő).

Fogaskerekes szivattyúval szerelt rendszerek

A fogaskerekes szivattyú a nagynyomású szivattyúra van építve és annak hajtótengelye forgatja (1. és 2. ábra). Így a fogaskerekes szivattyú csak a motor indításakor kezd szállítani. A szállítási mennyiség a motor fordulatszámától függ, elérheti a 400 l/h értéket, a nyomás pedig a 7 bar-t.

A tüzelőanyag-tartályban egy tüzelőanyag-előszűrő található. A finomszűrő a fogaskerekes szivattyú betápláló vezetéken található.

Kombinált rendszerek

Vannak olyan alkalmazások, amelyekbe mindkét szivattyútípus be van építve. Az elektromos tüzelőanyag-szivattyú különösen forró üzemállapotban javítja a motor indítási viselkedését, mivel a fogaskerekes szivattyúk szállítási mennyisége forró (s ennek következtében kisebb viszkozitású) gázolaj esetében alacsony fordulatszámnál lecsökken.

Nagynyomású szabályzás

A common rail rendszerek első generációjánál a rail-nyomást a nyomásszabályzó-szelep segítségével állították be. A nagynyomású szivattyú (CPI kivitel) a tüzelőanyag igénytől függetlenül a maximális mennyiségű gázolajat szállítja, a nyomásszabályzó-szelep pedig a fölös mennyiséget visszavezeti a tüzelőanyag-tartályba.

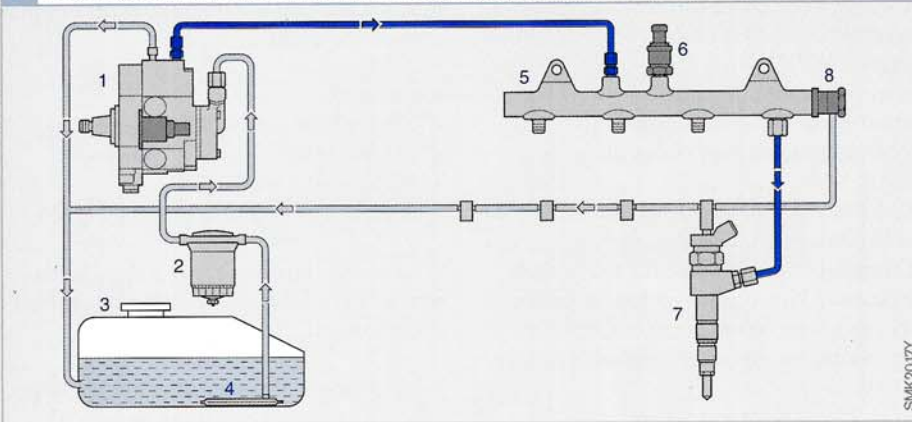
A common rail rendszerek második generációja a rail-nyomást az alacsony nyomású oldalon állítja be az adagolóegységen keresztül (1. és 2. ábra). A nagynyomású szivattyúnak (a CP3 és CPIH kiviteleknel) csak annyi gázolajat kell szállítania, amennyire a motornak ténylegesen szüksége van. A nagynyomású szivattyú hajtásához szükséges energia, ezáltal a gépkocsi tüzelőanyag-fogyasztása lecsökken.

A common rail rendszerek harmadik generációjának legfőbb jellemzője a piezo-inline injektorok alkalmazása (3. ábra).

Amennyiben a nyomást csak az alacsony nyomású oldalon lehet beállítani, úgy negatív terhelésváltás (a terhelés csökkenése) esetén túl hosszú időt vesz igénybe a nyomás lecsökkentése a rail-ben. A megváltozott terheléshez tartozó nyomásállítás dinamikájának túl nagy a tehetetlensége. Ez a jelenség különösen a piezo-inline injektoroknál jelentős, a csekély belső szívárgások következtében. Egyes common rail rendszernél ezért a mennyiség szabályzó egységgel szerelt nagynyomású szivattyú mellett kiegészítésként egy nyomásszabályzó-szelepet is találunk (3. ábra). Ezzel a két szabályzó elemes rendszerrel egyesíthetők az alacsony oldali szabályzás előnyei a nagynyomású oldalon való szabályzás kedvező dinamikájával.

A kizárólag az alacsony oldalon való szabályzáshoz képest további előny, hogy hideg üzemmódban teljesen át lehet állni a nagynyomású szabályzásra. A nagynyomású szivattyú ilyenkor többet szállít, mint amennyit a rendszer felhasznál, a nyomás beállítását a nyomásszabályzó-szelep végzi. A tüzelőanyag a sűrítés következtében fölmelegszik, így el lehet tekinteni a kiegészítő fűtés alkalmazásáról.

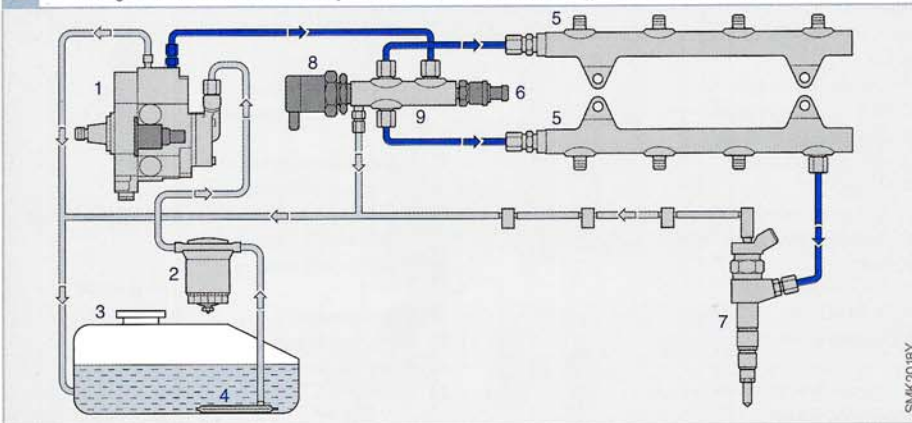
1 Második generációhoz tartozó common rail rendszer egy négyhengeres dízelmotoron (példa)



1. ábra

- 1 CP3 nagynyomású szivattyú, ráépített fogaskerékes tápszivattyúval és mennyiség szabályzó egységgel
- 2 Tüzelőanyag-szűrő vízelválasztóval és fűtéssel (opcionális)
- 3 Tüzelőanyag-tartály
- 4 Előszűrő
- 5 Rail-cső
- 6 Rail-nyomás érzékelő
- 7 Mágnesszeleppvezérelt injektor
- 8 Nyomáskorlátozó szelep

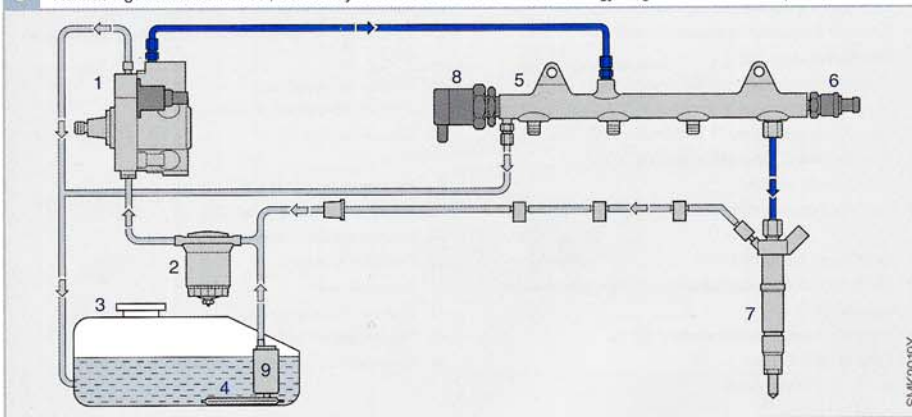
2 Második generációhoz tartozó, két szabályzó elemes common rail rendszer egy V8-as dízelmotoron (példa)



2. ábra

- 1 CP3 nagynyomású szivattyú, ráépített fogaskerékes tápszivattyúval és mennyiség szabályzó egységgel
- 2 Tüzelőanyag-szűrő vízelválasztóval és fűtéssel (opcionális)
- 3 Tüzelőanyag-tartály
- 4 Előszűrő
- 5 Rail-cső
- 6 Rail-nyomás érzékelő
- 7 Mágnesszeleppvezérelt injektor
- 8 A nyomásszabályzó-szelep
- 9 Funkcionális csoport (elosztó)

3 Harmadik generációhoz tartozó, két szabályzó elemes common rail rendszer négyhengeres dízelmotoron (példa)



3. ábra

- 1 CP1H nagynyomású szivattyú mennyiség-szabályzó egységgel
- 2 Tüzelőanyag-szűrő vízelválasztóval és fűtéssel (opcionális)
- 3 Tüzelőanyag-tartály
- 4 Előszűrő
- 5 Rail-cső
- 6 Rail-nyomás érzékelő
- 7 Piezo-inline injektor
- 8 Nyomásszabályzó-szelep
- 9 Elektromos tüzelőanyag-szivattyú

Személygépkocsi rendszer

A 4. ábra bemutatja a common rail rendszer minden összetevőjét mutatja be egy négyhengeres személygépkocsi dízelmotorja esetében, teljes kiépítésben. A rendszer egyes elemeit a járműtípustól és a felhasználási módtól függően alkalmazzák vagy elhagyják.

Az érzékelőket és a referencia-jeladókat (A) – az áttekinthetőbb ábrázolás érdekében – nem a beépítési helyükön tüntettük föl. Kivételt képeznek a kipufogógáz-utókezelés szenzorai (F) és a rail-cső nyomásérzékelői, mivel a berendezés megértéséhez ezek beépítési helye is fontos.

4. ábra

Motor, motorvezérlés és a befecskendezés nagy nyomású elemei

- 17 Nagynyomású szivattyú
- 17 Nagynyomású szivattyú
- 18 Mennyiség szabályzó egység
- 25 Motor-vezérlőegység
- 26 Rail-cső
- 27 Rail-nyomás érzékelő
- 28 Nyomásszabályzó-szelep (DRV 2)
- 29 Injektor
- 30 Csapos izzítógyertya
- 31 Dízelmotor (DI)
- M Forgatónyomaték

A Szenzorok és előirtérték-jeladók

- 1 Gázpedál-érzékelő
- 2 Kuplungkapcsoló
- 3 Fékkapcsoló érintkezői (2)
- 4 Kezelőszerv a menetsebesség-szabályozóhoz
- 5 Indító-izzító kapcsoló („gyújtáskapcsoló”)
- 6 Menetsebesség-szenzor
- 7 Főtengely fordulatszám érzékelő (indukciós)
- 8 Vezérműtengely fordulatszám érzékelő (indukciós vagy Hall)
- 9 Motorhőmérséklet-érzékelő (a hűtővízkörben)
- 10 Beszívott levegő hőmérséklet érzékelő
- 11 Turbónyomás-érzékelő
- 12 Hőfilmes légtömégáram-mérő (beszívott levegő)

B Interfészek (csatolók)

- 13 Műszerfal kijelző egység, tüzelőanyag-fogyasztás, fordulatszám-jel stb.
- 14 Klímakompresszor kezelőpanellel
- 15 Diagnosztikai interfész
- 16 Izzításvezérlő-berendezés

Az interfészek területén (B) ábrázolt CAN-busz a legkülönbözőbb rendszerekkel valósítja meg az adatcserét:

- indítómotor,
- generátor,
- elektronikus indításgátló,
- váltóvezérlés,
- kipörgésgátló (ASR) és
- elektronikus stabilizáló program (ESP).

A kombinált kijelzőt (13) és a klímaberendezést (14) is lehet a CAN-buszon keresztül csatlakoztatni.

A kipufogógáz utókezeléséhez két lehetséges rendszerváltozatot mutatunk be (a és b).

CAN Controller Area Network

(soros adatbusz a gépkocsiban)

C Tüzelőanyagellátás (kisnyomású rész)

- 19 Tüzelőanyag-szűrő túlfolyó szeleppel
- 20 Tüzelőanyag-tartály előszűrővel és elektromos tüzelőanyag-szivattyúval, EKP (előtápszivattyú)
- 21 Tüzelőanyagszint-jeladó

D Additív rendszer

- 22 Additív adagoló egység
- 23 Additív adagoló vezérlőegység
- 24 Additív tartály

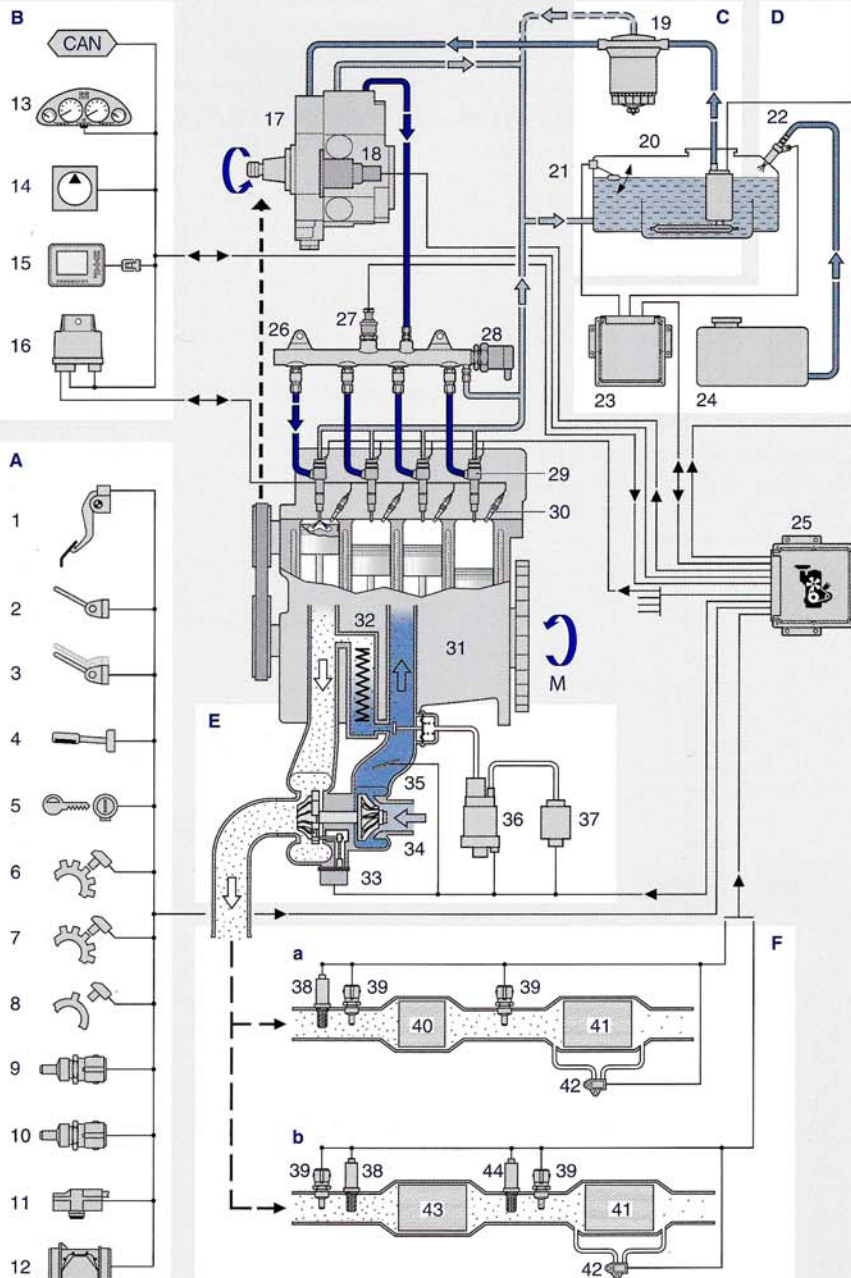
E Levegőellátás

- 32 Visszavezetett kipufogógáz hűtője
- 33 Feltöltőnyomás-állító
- 34 Turbófeltöltő (ebben az esetben változtatható geometriával, VTG)
- 35 Szabályzó csappantyú
- 36 Kipufogógáz-visszavezető állítómű
- 37 Vákuumszivattyú

F Kipufogógáz utókezelés

- 38 Szelessávú lambdasonda, LSU
- 39 Kipufogógáz hőmérsékletérzékelő
- 40 Oxidációs katalizátor
- 41 Részecskeszűrő
- 42 Nyomáskülönbség-szenzor
- 43 Tárolórendszerű NO_x-katalizátor
- 44 Szelessávú lambdasonda, opcionális NO_x-érzékelő

Common rail befecskendezéses személygépkocsi motor dízel rendszere



Dízel befecskendező rendszerek áttekintése

Alkalmazási területek

A dízelmotorok kitűnnek magas hatásfokukkal. A Bosch által 1927-ben legyártott első soros befecskendező-szivattyú megjelenése óta a befecskendező rendszereket folyamatosan tovább fejlesztik.

A dízelmotorokat változatos kivitelben állítják elő (1. ábra), mint például

- mobil áramfejlesztők erőforrását (maximálisan kb. 10 kW/henger teljesítményig),
- személygépkocsik és könnyű haszongépjárművek gyorsjáratú motorjait (maximálisan kb. 50 kW/henger teljesítményig),
- az építőiparban-, mezőgazdaságban- és az erdőművelésben használt motorokat (maximálisan kb. 50 kW/henger teljesítményig),
- nehéz tehergépkocsik-, autóbuszok- és vontató járművek motorjait (maximálisan kb. 80 kW/henger teljesítményig),
- állómotorokat, például szükségáramforrásokhoz (maximálisan kb. 160 kW/henger teljesítményig),
- mozdony- és hajómotorokat (maximálisan 1000 kW/henger teljesítményig).

Követelmények

A kipufogógáz- és zajkibocsátásra vonatkozó egyre szigorúbb előírások, valamint az egyre alacsonyabb tüzelőanyag-fogyasztás iránti igény folyamatosan új kihívások elé állítják a dízelmotorok befecskendező rendszerét.

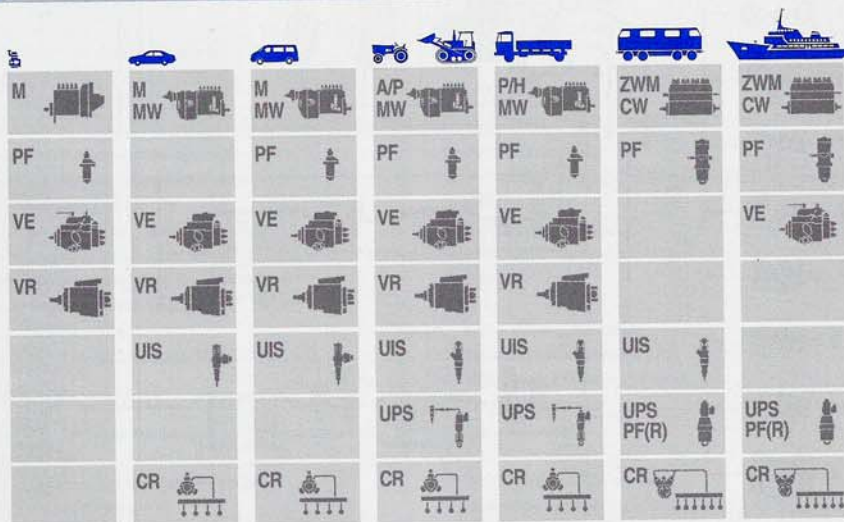
A befecskendező rendszer legfontosabb feladata, hogy a tüzelőanyagot a jó keverékelőkészítés érdekében a dízel égéti eljárásnak (közvetlen vagy közvetett befecskendezés), valamint a nagy nyomású üzemmódnak (napjainkban 350 és 2050 bar között) megfelelően juttassa az égésterbe. Ennek során a befecskendezett mennyiséget a lehető legpontosabban kell adagolnia. A dízelmotor terhelés- és fordulatszám-szabályozását a tüzelőanyag-mennyiségén keresztül végzi, a beszívott levegő fojtása nélkül.

A mechanikusan megvalósított dízel befecskendező rendszert egyre inkább kiszorítja az elektronikus dízel szabályzás (EDC). Személygépkocsikon és haszongépjárműveken kizárólag EDC rendszereket alkalmaznak.

1 A Bosch dízel befecskendező rendszerek alkalmazásai

1. ábra

M, MW,
A, P, H,
ZWM,
CW soros adagolószivattyúk, a méretosztályok növekvő sorrendjében
PF hengerenkénti befecskendező szivattyú
VE axiáldugattyús elosztórendszerű adagoló
VR rádiáldugattyús-elosztórendszerű adagoló
UIS Unit Injector System (adagoló-porlasztó rendszer)
UPS Unit Pump System (adagoló-nyomócsőporlasztó rendszer)
CR common rail rendszer



Common rail rendszer haszongépjárművek részére

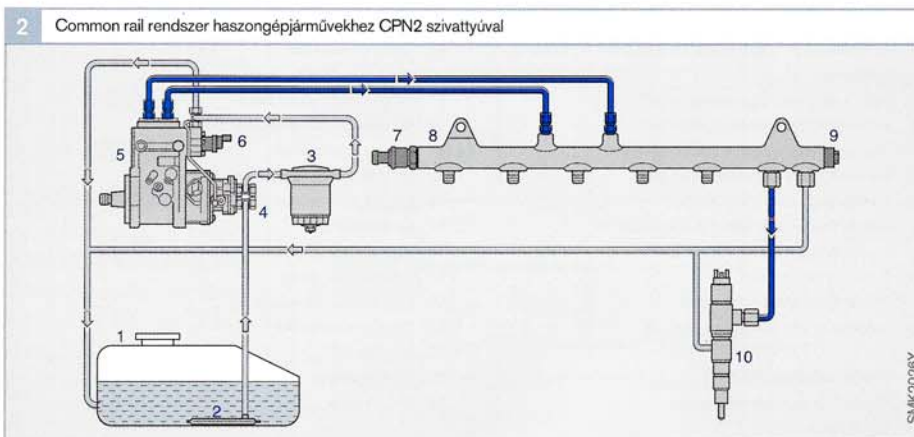
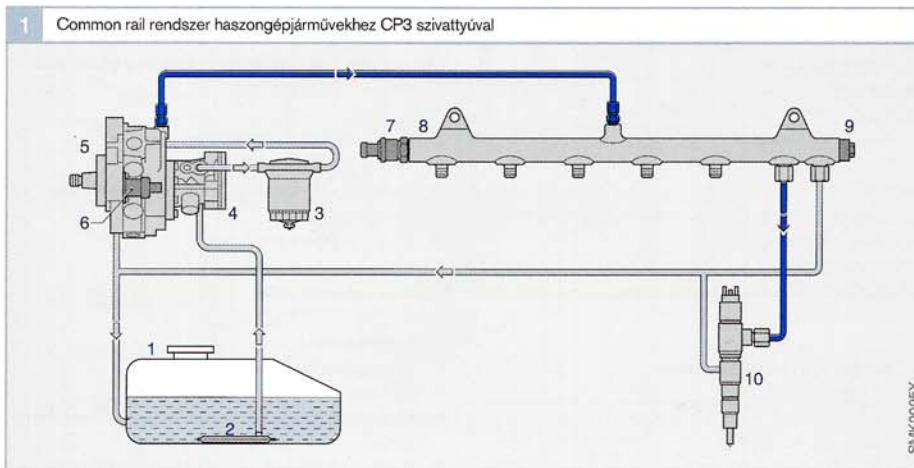
Tüzelőanyag ellátás

Tüzelőanyag betápláló rendszer
A könnyű haszongépjárművek common rail rendszerei csak kis mértékben különböznek a személygépkocsiknál használt berendezésektől. A tüzelőanyag szállítására elektromos vagy fogaskerekes szivattyút használnak. A nehézgépjárművek common rail rendszerénél a tüzelőanyagot kizárólag fogaskerekes szivattyú továbbítja a nagynyomású szivattyúhoz (lásd „A kisnyomású rész tüzelőanyag ellátása” című fejezet „Fogaskerekes tüzelőanyag-szivattyú” részénél). A tápszivattyú

általában a nagynyomású szivattyúra van építve (1. és 2. ábra), egyes alkalmazásoknál azonban a motoron található.

A tüzelőanyag szűrése

A személygépkocsi-rendszerekkel ellentétben a tüzelőanyag-szűrőt (a finomszűrőt) a tápszivattyú nyomó oldalára építik be. Ezért a nagynyomású szivattyú a ráépített fogaskerekes szivattyú esetében is kívül vezetett tüzelőanyag betápot igényel.



Haszongépjármű rendszer felépítése

A 3. ábra a common rail rendszer minden összetevőjét mutatja egy hathengeres haszongépjármű dízelmotorja esetében, teljes kiépítésben. A rendszer egyes elemeit a járműtípustól és a felhasználási módtól függően alkalmazzák vagy elhagyják.

Az áttekinthetőbb ábrázolás érdekében csak azokat az érzékelőket és referencia-jeladókat tüntettük fel a beépítési helyükön, amelyek elhelyezkedése a berendezés megértéséhez feltétlenül szükséges.

Az interfészek területén (B) ábrázolt CAN-busz a legkülönbözőbb rendszerekkel valósítja meg az adatcserét (például a

sebességváltó-vezérléssel, az ASR kipörgés gátlóval, az ESP elektronikus stabilizáló programmal, az olajminőség-érzékelővel, a menetíróval, az ACC távolságérzékelő radaral, a fékkoordinátorral - a vezérlőegységek száma akár a 30-at is elérheti). A generátort (18) és a klímaberendezést (17) is lehet a CAN-buszon keresztül csatlakoztatni.

A kipufogógáz utókezelésre három lehetséges megoldást soroltunk fel: a tisztán DPF-rendszert (a), amelyet túlnyomórészt az USA piacon alkalmaznak, a tisztán SCR-rendszert (b), amely főként az európai piacokon használatos, valamint ezek kombinációját (c).

3. ábra

Motor, motorvezérlés és a befecskendezés nagy nyomású elemei

- 22 Nagynyomású szivattyú
- 29 Motor-vezérlőegység
- 30 Rail-cső
- 31 Rail-nyomás érzékelő
- 32 Injektor
- 33 Relé
- 34 Egyéb vezérlések (pl. retarder, kipufogó csappantyú a motorfékhez, indítómotor, ventilátor)
- 35 Dízelmotor (DI)
- 36 Láng-izzítógyertya (alternatív módon rácsos előmelegítő)
- M forgatónyomaték

A Szenzorok és előírtérték-jeladók

- 1 Gázpedál-érzékelő
- 2 Kuplungkapcsoló
- 3 Fékkapcsoló érintkezői (2)
- 4 Motorfékkapcsoló érintkezői
- 5 Rögzítőfék-kapcsoló érintkezői
- 6 Kezelőkapcsoló (például menetsebesség-szabályozó, közben-só fordulatszám szabályozása, fordulatszám- és nyomaték-csökkentés)
- 7 Indító-leállító kulcs („gyújtáskapcsoló”)
- 8 Turbófeltöltő fordulatszám-érzékelője
- 9 Főtengely fordulatszám érzékelő (indukciós)
- 10 Vezérműtengely fordulatszám-érzékelő
- 11 Tüzelőanyag hőmérséklet érzékelő
- 12 Motorhőmérséklet-érzékelő (a hűtővíz körben)
- 13 Feltöltőlevegő hőmérséklet érzékelő
- 14 Turbónyomás-érzékelő
- 15 Ventilátor fordulatszám érzékelő
- 16 Légszűrő nyomáskülönbség érzékelő

B Interfészek (csatolók)

- 17 Klímakompresszor kezelőpanel
- 18 Generátor

19 Diagnosztikai interfész

20 SCR-vezérlőegység

21 Légekompreszor

CAN Controller Area Network (soros adatbusz a gépkocsiban) (maximálisan 3 busz)

C Tüzelőanyagellátás (kisnyomású rész)

- 23 Tüzelőanyag előtápszivattyú
- 24 Tüzelőanyag-szűrő vízszintjelzővel és nyomásérzékelővel
- 25 Vezérlőegység-hűtő
- 26 Tüzelőanyag-tartály előszűrővel
- 27 A nyomáskorlátozó szelep
- 28 Tüzelőanyag-szint-jeladó

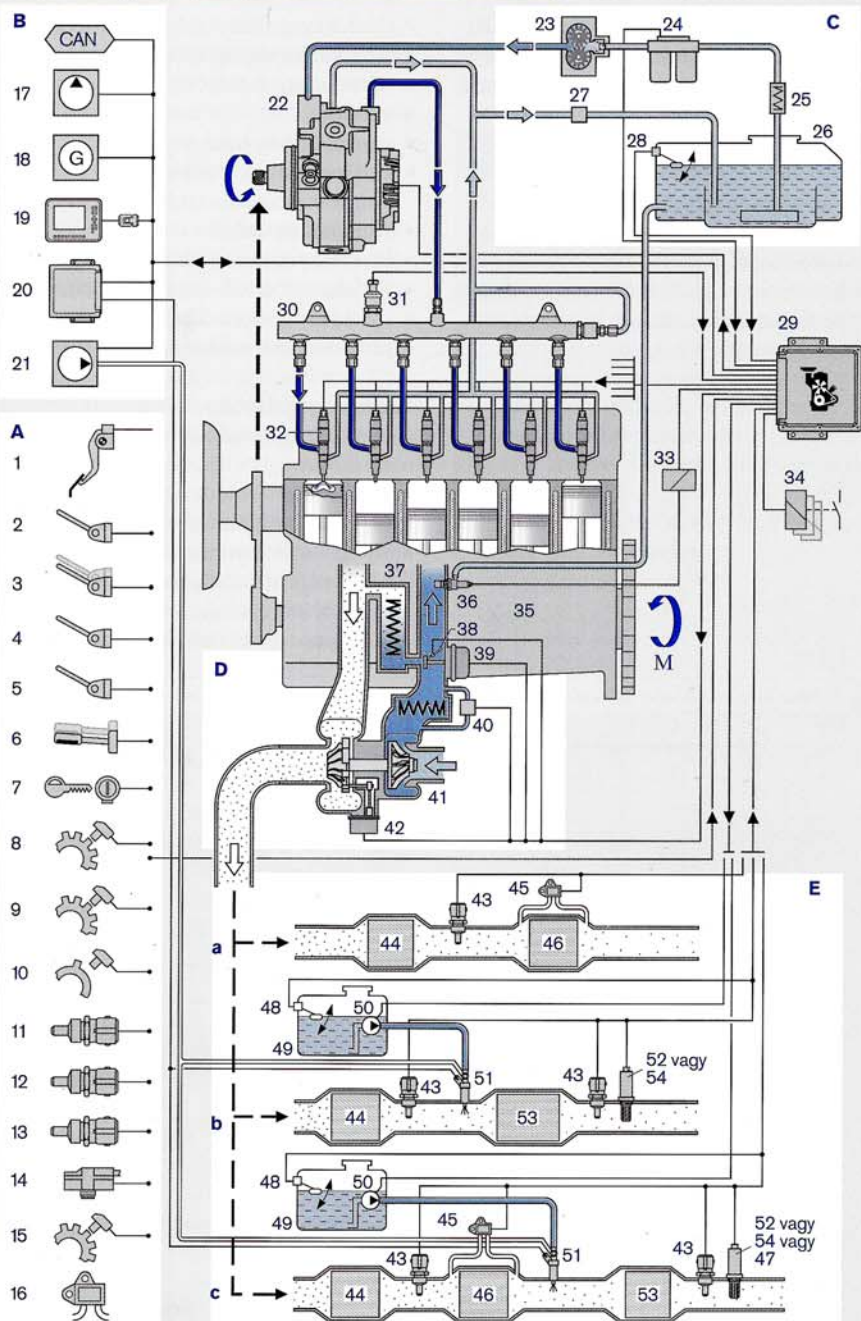
D Levegőellátás

- 37 Visszavezetett kipufogógáz hűtője
- 38 Szabályzó csappantyú
- 39 Kipufogógáz-visszavezető állítómű (szeleppel és helyzetérzékelővel)
- 40 Turbólevegő-visszahűtő megkerülő szeleppel (hidegindításhoz)
- 41 Turbófeltöltő helyzetérzékelővel (ebben az esetben változtatható geometriával, VTG)
- 42 Turbónyomás-állító

E Kipufogógáz utókezelés

- 43 Kipufogógáz hőmérsékletérzékelő
- 44 Oxidációs katalizátor
- 45 Nyomáskülönbség-szenzor
- 46 Katalitikus bevonattal ellátott részecskeszűrő (CSF)
- 47 Koromszenzor
- 48 Tüzelőanyag-szint-jeladó
- 49 Redukálószer-tartály
- 50 Redukálószer-tápszivattyú
- 51 Redukálószer-fűvóka
- 52 NO_x-szenzor
- 53 SCR-katalizátor
- 54 NH₃-szenzor

3 Common rail befecskendezéses haszongépjármű motor dízel rendszere



Tüzelőanyagellátás – kisnyomású rész

A tüzelőanyagellátó rendszer feladata, hogy a szükséges gázolajmennyiséget tárolja, megsűrjre, majd minden lehetséges üzemálapotban az előírt tápnyomáson eljuttassa a befecskendező rendszerhez. Egyes alkalmazások esetében a tartályba visszafolyó tüzelőanyagot kiegészítésképpen hűteni is kell.

Általánosságban megállapítható, hogy a tüzelőanyagellátó rendszerek az alkalmazott befecskendezésnek megfelelően nagyon különbözőek lehetnek. Az 1. ábra a személygépkocsikban használt common rail rendszer felépítését mutatja.

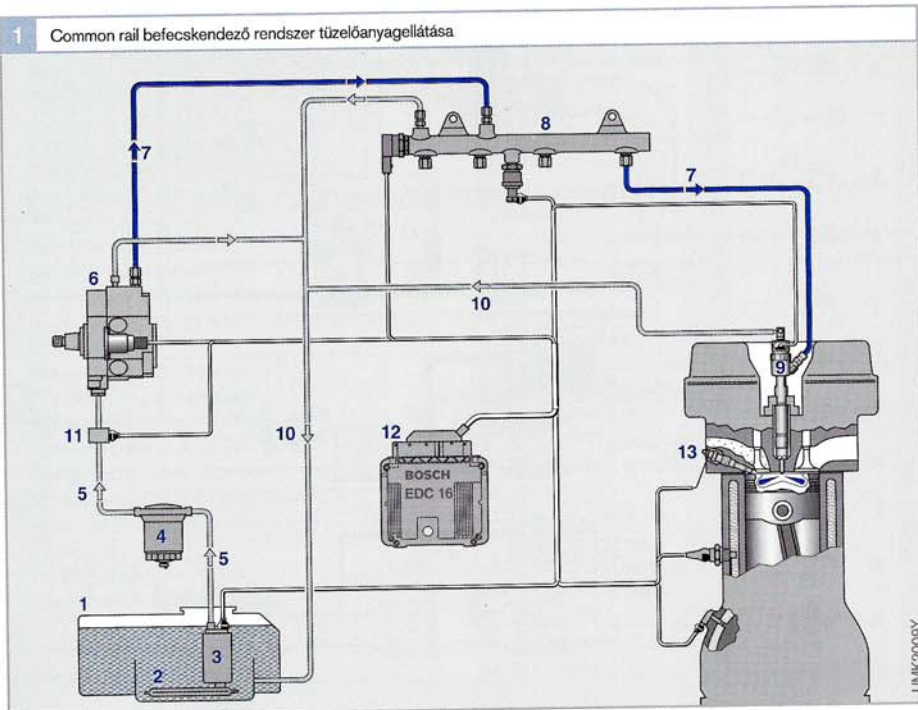
Áttekintés

A tüzelőanyagellátó rendszer a következő fontosabb részeket tartalmazza (1. ábra):

- tüzelőanyag-tartály,
- előszűrő,
- vezérlőegység-hűtő (opcionális),
- előtápszivattyú (opcionális, személygépkocsik esetében in-tank szivattyú),
- tüzelőanyag-szűrő,
- tüzelőanyag-szivattyú (kisnyomású),
- nyomásszabályzó-szelep (túlfolyó szelep),
- tüzelőanyag-hűtő (opcionális),
- kisnyomású tüzelőanyag-vezetékek.

Tüzelőanyag-tartály

A tüzelőanyag-tartály tárolja a gázolajat. Korrózióálló anyagból készül, ezen kívül az üzemi nyomás kétszeresén, de legalább 0,3 bar túlnyomáson tömítettnak kell lennie. A tartályban létrejövő túlnyomásnak arra alkalmas nyílásokon vagy biztonsági szelepeken keresztül magától le kell épülnie. Kanyarmenetben, ferde állásban vagy ütközések esetén a betöltőnyí-



lason vagy a nyomáskiegyenlítésre szolgáló berendezéseknél nem folyhat ki a tűzelőanyag.

A tűzelőanyag-tartályt a motortól függetlenül kell felerősíteni, oly módon, hogy a gázolaj egy esetleges balesetnél se tudjon belobbanni.

Tűzelőanyag-vezetékek

Az alacsony nyomású rendszerrel a fémből készült csövek mellett nehezen éghető, acél-szövettel erősített flexibilis tömlőket is alkalmazhatnak. Ezeket úgy kell elrendezni, hogy mechanikusan ne sérülhessenek, az esetleg szivárgó tűzelőanyag pedig ne tudjon sem összegyűlni, sem pedig meggyulladni. A tűzelőanyag-vezetékek működését a gépkocsi elcsavarodása, a motor mozgásai vagy hasonlóak nem befolyásolhatják.

Minden tűzelőanyagot továbbító alkatrészt védeni kell az üzembiztonságot veszélyeztető hőhatásoktól. Autóbuszok esetében a tűzelőanyag-vezetékek nem haladhatnak át a vezetőfülkén, illetve az utasfülkén. A tűzelőanyag gravitációs erővel történő továbbítása tilos.

Dízeltűzelőanyag-szűrő

A dízelmotorok rendkívül nagy pontossággal megmunkált befecskendező berendezései nagyon érzékenyen reagálnak a tűzelőolaj legkisebb szennyezettségére is. A tűzelőanyagszűrőnek a következő feladatai vannak:

- Csökkenti a gázolajban a szilárd részecskék mennyiségét, a részecskék által okozott eróziós hatás elkerülése érdekében,
- Leválasztja a szabad, illetve az emulgált vizet, amivel a korróziós károsodást lehet megakadályozni.

A tűzelőanyagszűrőt mindig az adott befecskendező rendszernek megfelelően kell megválasztani.

Tűzelőanyag tápszivattyú

A tűzelőanyag tápszivattyú felszívja a gázolajat a tűzelőanyag-tartályból, majd folyamatosan a nagynyomású szivattyú felé továbbítja. Az axiál-dugattyús és radiál-dugattyús elosztórendszerű adagolók, valamint a részben a common rail rendszerek esetében a

tápszivattyú a nagynyomású szivattyúba van integrálva.

Opcionálisan alkalmazhatnak egy további előtápszivattyút is.

Az elektromos tűzelőanyag-szivattyúval szemben támasztott elvárások

A személygépkocsikba épített common rail rendszereknél előtápszivattyúként egyre gyakrabban építenek be elektromos tűzelőanyag-szivattyúkat (EKP). Többnyire intank-szivattyút alkalmaznak (amelyet a tűzelőanyag-tartályban találunk), opcionálisan azonban inline-szivattyú is lehet a rendszerbe építve (amely a nagynyomású szivattyú betápláló vezetékeibe van bekötve). Az elektromos tűzelőanyag-szivattyúnak az eddig használt mechanikusan hajtott előtápszivattyúhoz viszonyítva jelentős előnyei vannak a meleg-, az első beindítás, illetve az újraindítás során, valamint alacsony tűzelőanyag-hőmérsékletek esetében.

A dízel alkalmazásoknál (a benzines rendszerekkel ellentétben) centrifugálszivattyú helyett térfogatkihasználásos elven működő szivattyút alkalmaznak, ami elé egy viszonylag nagy lyukméretű szűrőszita van bekötve. A Bosch-rendszereknél görgőcellás szivattyút használnak. Ez a berendezés robusztus felépítésű, jól tűri a szennyeződések, a dízel tűzelőanyaggal pedig különösen jól használható, mivel az ebből hidegen kiváló paraffin még át tud hatolni a szűrőszitán, másrészt viszont a nagyobb mértékben szennyezett dízel tűzelőanyag sem károsítja a szivattyúelemet.

Az intank-szivattyú egy tankbaépített egységbe van integrálva. Ennek az egységnek további alkotó részei a tűzelőanyagszint-érzékelő, a szivóoldali szűrőszita, a visszafolyás elleni szelepek, valamint egy, a szivattyút körülvevő burkolat, amely köztes tűzelőanyag-tartályként működik. A benzinmotorok rendszereivel ellentétben a tűzelőanyagszűrőt a tartályon kívül kell elhelyezni, mivel az egyúttal a víz leválasztását is elvégzi, ezen kívül lehetővé kell tennie a szűrőcserét is.

Tűzelőanyag tápszivattyú

A kisnyomású rendszerben lévő tűzelőanyag tápszivattyú (előtápszivattyú) feladata, hogy a nagynyomású rendszert megfelelő mennyiségű tűzelőanyaggal lássa el, mégpedig:

- minden üzemállapotban,
- alacsony zajkibocsátással,
- a szükséges nyomáson, mindezt
- a gépkocsi teljes élettartama során.

A tűzelőanyag-szivattyú a gázolajat a tűzelőanyag-tartályból szívja fel, majd folyamatosan továbbítja a szükséges tűzelőanyag-mennyiséget (ami a befecskendezéshez és a rendszer öblítéséhez használt mennyiségekből tevődik össze) a nagy nyomású befecskendező rendszer felé (60...500 l/h szállítással, 300...700 kPa, ill. 3...7 bar nyomáson). A szivattyúk nagy része önlégteleltető, így az indítás a tar-

tály teljes kiürülése után is lehetséges (tankolás után).

Három változat létezik:

- elektromos tűzelőanyag-szivattyú (személygépkocsiknál),
- mechanikusan hajtott fogaskerék-szivattyú,
- tandem tűzelőanyag szivattyú (az UIS rendszernél, személygépkocsiknál).

Az axiál-dugattyús és a radiál-dugattyús elosztó rendszerű adagolók esetében egyaránt egy integrált szárnylapátos szivattyút használnak tápszivattyúként.

Elektromos tűzelőanyag-szivattyú

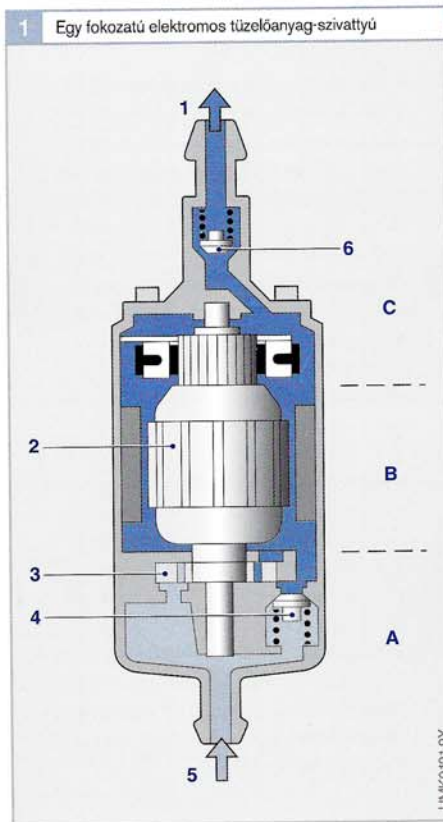
Elektromos tűzelőanyag-szivattyút (német rövidítése: EKP, 1. és 2. ábrák) csak személygépkocsikon és könnyű haszongépjárműveken alkalmaznak. A tűzelőanyag szállítása mellett a rendszerfelügyelet keretében még az is a feladata, hogy szükség esetén megszakítsa a tápellátást.

Elektromos tűzelőanyag-szivattyút lehet vezetékbe építhető (in-line) és tankba építhető (in-tank) kivitelben. A vezetékben építhető szivattyút a tűzelőanyag-tartályon kívül helyezik el, a tartály és a szűrő között, a gépkocsi padlólemeze alá erősítve. A tankba épített szivattyú ezzel szemben magában a tűzelőanyag-tartályban van, egy különleges tartóba erősítve, amely rendszerint tartalmazza a szívóoldali szítát, a tűzelőanyagszint-érzékelőt, egy belső tároló edényt, valamint a külvilág felé vezető elektromos és hidraulikus csatlakozókat is.

Az elektromos tűzelőanyag-szivattyú a motor indításától kezdődően folyamatosan, a motor fordulatszámától függetlenül működik. A gázolajat egy tűzelőanyag-szűrőn keresztül folyamatosan szállítja a tűzelőanyag-tartályból befecskendező rendszerbe. A többlet tűzelőanyag egy túlfolyó szelepen keresztül visszafolyik a tartályba.

Egy biztonsági kapcsolás megakadályozza, hogy a szivattyú bekapcsolt gyújtás és álló motor mellett működhessen.

Az elektromos tűzelőanyag-szivattyúk a következő három (közös házba épített) funkcionális elemből állnak:



1. ábra

A Szivattyúelem

B Elektromos motor

C Zárófedél

1 Nyomó oldal

2 Motor-forgórész

3 Szivattyúelem

4 Nyomáskorlátozó

5 Szívó oldal

6 Visszacsapó szelep

Szivattyúelem (1. ábra, A. rész)

A szivattyúelemek különféle kivitelűek lehetnek, mivel a működési elvet a szivattyú alkalmazási területétől függően választják meg. Dízel alkalmazásokhoz többnyire görgőcellás tápszivattyút használnak (német rövidítése: RZP).

A görgőcellás tápszivattyú (2. ábra) térfogatkiszorításos elven működik. Fő alkotó elemei az excentrikusan elhelyezett alaplap (4), amelyben egy hornyolt tárcsa (2) forog. Minden horonyban egy-egy laza illesztésű görgő (3) található. A tárcsa forgása során létrejövő centrifugális és tehetetlenségi erő, valamint a tüzelőanyag nyomása következtében a görgők rápréselődnek a külső futófelületre, illetve a hornyok hajtó oldalára, így a görgők körbe forgó tömítésként viselkednek. Ezen a módon a hornyolt tárcsa két görgője és a futófelület között egy kamra jön létre. A szivattyúhatás azáltal jön létre, hogy ez a kamra a vese alakú betápnnyílás (1) lezárása után folyamatosan csökken.

Elektromos motor (1. ábra, B. rész)

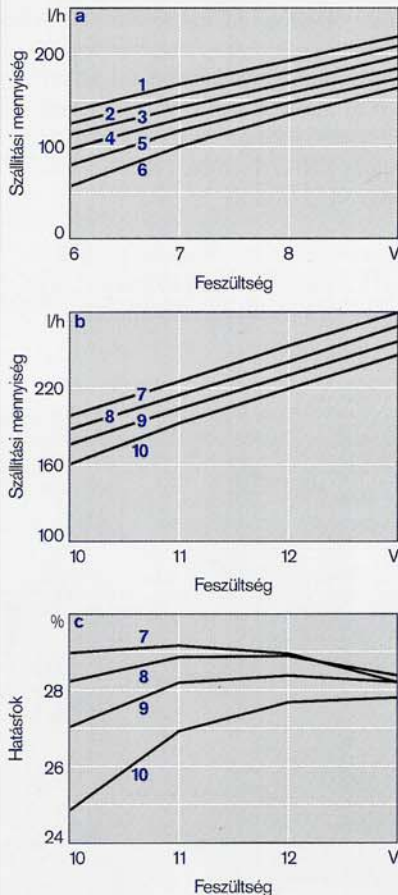
A motor egy állandó mágneses állórészből és a forgórészből áll (2). Kivitele a kívánt szállított mennyiségtől és a rendszernyomástól függ. A tüzelőanyag folyamatosan áramlik az elektromos motoron át, ezáltal biztosítja annak állandó hűtését. Ezen a módon nagy motorteljesítmény érhető el, anélkül, hogy a

szivattyú és a motor közé bonyolult tömítő elemeket kellene beépíteni.

Zárófedél (1. ábra, C. rész)

A zárófedél tartalmazza az elektromos csatlakozókat, valamint a nyomóoldali hidraulikus csatlakozásokat. Egy visszacsapó szelep (6) akadályozza meg, hogy a szivattyú kikapcsolása után a tüzelőanyag-vezetékek kiürüljenek. Kiegészítésként a zárófedél tartalmazhat zavarűző alkatrészeket is.

3 Egyfokozatú elektromos tüzelőanyag-szivattyú műszaki paramétere



2. ábra

- 1 Szívó oldal (betáp)
- 2 Tárcsa hornyokkal
- 3 Görgő
- 4 Alaplap
- 5 Nyomó oldal

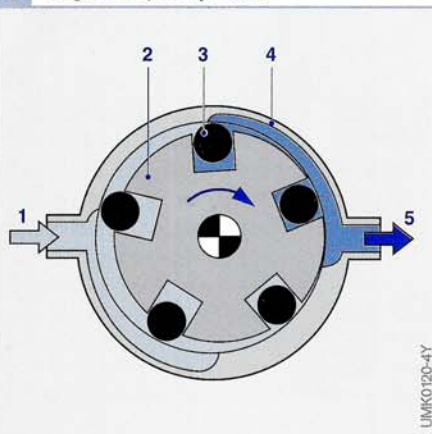
3. ábra

Paraméter: szállítási nyomás

- a Szállított mennyiség alacsony feszültségen
- b Szállított mennyiség a feszültség függvényében normálüzemben
- c Hatásfok a tápfeszültség függvényében

- 1 200 kPa
- 2 250 kPa
- 3 300 kPa
- 4 350 kPa
- 5 400 kPa
- 6 450 kPa
- 7 450 kPa
- 8 500 kPa
- 9 550 kPa
- 10 600 kPa

2 Görgőcellás tápszivattyú (vázlat)



5. ábra

Nyomás a szivattyú kimeneténél: 8 bar

Paraméter: Szívóoldali nyomás a szivattyú bemeneténél

- 1 500 mbar
- 2 600 mbar
- 3 700 mbar

Fogaskerekes tüzelőanyag-szivattyú

A fogaskerekes tüzelőanyag-szivattyút (4. és 6. ábra) a hengerenkénti adagolás (haszongépjármű) és a common rail rendszer (személygépkocsi, haszongépjármű és terepjárművek) esetében alkalmazzák. Építhetik közvetlenül a motorra vagy integrálhatják a common rail szivattyúba. Hajtást tengelykapcsolón, fogaskereken vagy fogasszíjon keresztül kap.

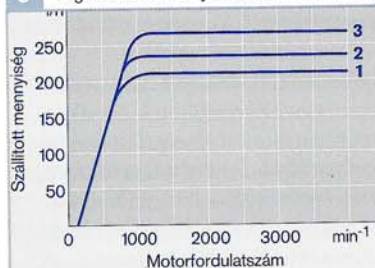
A legfontosabb részei a két egymással kapcsolódó, ellentétes irányban forgó fogaskerék, amelyek a tüzelőanyagot a szívó oldalról (6. ábra, 1. pozíció) a fogárkokban szállítják át a nyomó oldalra (5). A szívó és a nyomó oldal között a két fogaskerék kapcsolódási vonala tömít, ez akadályozza meg, hogy a tüzelőanyag vissza tudjon folyni.

A szállított mennyiség hozzávetőleg arányos a motor fordulatszámaival. Ebből kifolyólag mennyiség szabályzást kell alkalmazni, a szívó oldalon végzett fojtással, vagy a nyomó oldalon elhelyezett túlfolyó szelep segítségével (5. ábra).

A fogaskerekes tüzelőanyag-szivattyú nem igényel karbantartást. Első indításkor, vagy amennyiben a tartályt üresre járatták, a tüzelőanyag-rendszer légtelenítését a fo-

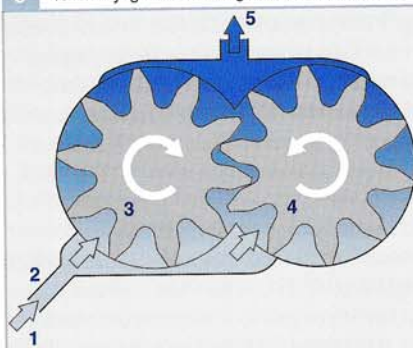
gaskerekes tüzelőanyag-szivattyúra vagy az alacsony nyomású rendszerbe kötött kézi szivattyúval lehet elvégezni.

5 Fogaskerekes szivattyú szállítási karakterisztikája



SMK2011D

6 Tüzelőanyag áramlása a fogaskerekes szivattyúban

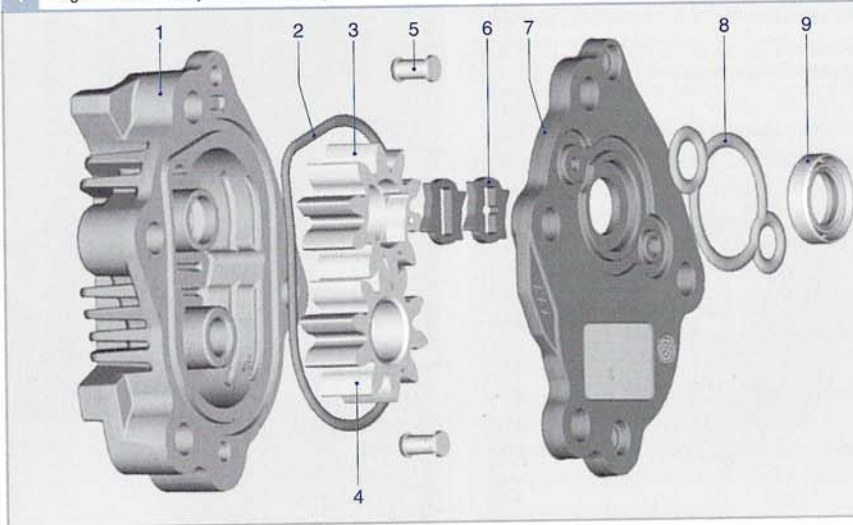


SMK2012Y

6. ábra

- 1 Szívó oldal (tüzelőanyag betáp)
- 2 Szívóoldali fojtás
- 3 Primer fogaskerék (hajtó fogaskerék)
- 4 Szekunder fogaskerék
- 5 Nyomó oldal

4 Fogaskerekes szivattyú robbantott ábrája



4. ábra

- 1 Szivattyúház
- 2 O-gyűrűs tömítés
- 3 Primer fogaskerék
- 4 Szekunder fogaskerék
- 5 Szegecs
- 6 Tengelykapcsoló-elem
- 7 Fedél
- 8 Alakos tömítőgyűrű
- 9 Szimering

SMK2010Y

A dízel tüzelőanyag szűrése

A dízel tüzelőanyag sajátosságai

A dízel tüzelőanyag (gázolaj) az Otto-motorok tüzelőanyagához (a benzinhez) képest nagyobb mértékben szennyezett, emulgált és szabad vizet tartalmaz, valamint paraffint, amely a téli üzemeltetés során a szűrő eltömődéséhez vezethet. Ezeknek a szennyezőanyagoknak, valamint a benzinmotorokhoz viszonyított lényegesen magasabb befecskendezési nyomások miatt a dízel befecskendező rendszerek nagyobb kopásvédelmet igényelnek, ez elsősorban finomabb tüzelőanyag-szűrő alkalmazását teszi szükségessé, valamint (további) intézkedéseket az eltömődések ellen.

A dízel tüzelőanyag kísérő anyagai

Szennyeződések

Az elszennyeződött szűrőelemek elemzése kimutatta, hogy a tüzelőanyag rozsdát, vizet, szerves anyagokat (például gyantákat), valamint rostokat, ásványi eredetű anyagokat (port, homokot), illetve kopásból származó fémrészecskéket tartalmaz. Ezek a szennyeződések különböző formában kerülhetnek a tüzelőanyagba, például szakszerűtlen tárolás során, a tüzelőanyag-tartály szellőző rendszerén keresztül, vagy akár magából a tartályból (pl. leváló rozsdarészecskék formájában). Ezt a folyamatot az adott gépkocsi üzemeltetési körülményei is befolyásolják (szilárd útburkolaton, terepen, esetleg építési területen történő használat). Különösen a befecskendező rendszer kényesebb részeit juttató kemény részecskék okoznak erőteljes kopást. Az öregedésből származó szerves anyagok, valamint a nyári tüzelőanyag téli használata esetén kiváló paraffin a szűrőanyagok idő előtti eltömődését okozhatják.

Víz

A dízel tüzelőanyag a vizet kötött (emulgált), illetve kötetlen (szabad) formában egyaránt tartalmazza. A hirtelen hőmérsékletváltozások miatt kicsapódó pára például szabad vízként jelenik meg. Amennyiben ez a befecskendező rendszerbe kerülne, úgy az általa okozott korrózió károsodásokhoz vezetne. A korszerű szűrőanyagok optimálisan le tudják választani a tüzelőanyagban lévő vizet. A vízcseppek először a szennyezett oldalon gyűlnek össze a szűrőbetét pórusaiban, mivel a tüzelőanyag áramlása következtében kilakuló nyomáskülönbség

nem elegendő ahhoz, hogy átréselje őket a kapilláris csöveken. A lerakódó vízcseppecskék miatt azonban egyre több pórus záródik el a tüzelőanyag áramlásának útjában. Ennek következtében pedig annyira megnő a nyomás a szennyezett oldalon, hogy most már át tudja préselni a vizet a pórusokon. Ekkor a tiszta oldalon a vízcseppek formájában válik le a szűrőbetét anyagáról, majd a tüzelőanyaghoz viszonyított nagyobb fajlagos sűrűség miatt leszáll a vízgűjtő térbe, ahonnan le lehet engedni.

Paraffin

A dízel tüzelőanyagban található paraffin kedvezőtlen esetben már 0°C vagy akár e fölötti hőmérsékleteken is kiválhat kristályok formájában. Ez a jelenség a csökkenő hőmérséklet esetén elzárja a szűrőt, ami leállítja a tüzelőanyag betáplálását. Ennek elkerülésére a téli üzemeltetés során különösen elő kell készíteni a bevezetett tüzelőanyagot. Normál esetben a finomítóknál olyan „folyékony-ságot javító” adalékot kevernek a gázolajba, amely nem gátolja ugyan meg a paraffin kiválását, de nagy mértékben korlátozza a kialakuló kristályok növekedését. Az így létrejövő kristályok már olyan kis méretűek, hogy át tudnak hatolni a szűrő pórusain. További adalékanyagokkal a keletkezett kristályokat lebegő állapotban lehet tartani, amivel tovább csökkenthető a szűrhetőségi hőmérséklet. Az EN 590 számú európai szabvány rögzíti a különféle hidegtűrési osztályokat. Az újabb generációhoz tartozó tüzelőanyag szűrőkben többek között elektromos fűtés is található a paraffin kiválásának megakadályozására a téli üzemeltetés során. Az a régebben alkalmazott (ugyanakkor vitatott) eljárás, amelynek során a gázolajhoz a hidegtűrés növelése érdekében benzint vagy petróleumot kevertek, napjainkra nemcsak szükségtelenné vált, hanem tilos is.

Egyes régiókban olyan dízel-tüzelőanyag is beszerezhető, amely akár -23 °C hőmérsékletig biztosítja a zavarmentes üzemeltetést.

Tüzelőanyag-szűrő

Szerepe és elvárások

A benzin- és dízelmotorok korszerű közvetlen befecskendező rendszerei a tüzelőanyagokban lévő legkisebb szennyeződésre is érzékenyen reagálnak. Károsodás mindenekelőtt a részecske-erózió és a víz által okozott korrózió következtében jön létre. A befecskendező rendszer élettartamának értelmezéséhez a tüzelőanyagnak meghatározott tisztasági követelményeket kell teljesítenie.

Részecskeszűrés

A szilárd szennyező részecskék eltávolítása a tüzelőanyag-szűrő egyik feladata. Ezen a módon lehet megvédeni a befecskendező rendszer kopásnak kitett részegységeit. A befecskendező rendszer megköveteli az előírás szerinti finomszűrő-egység alkalmazását. A kopásvédelem biztosítása mellett a tüzelőanyag-szűrőknek kielégítő részecsketároló képességgel kell rendelkezniük, másként a csereidő letelte előtt eltömődhetnek. Ilyen esetben lecsökkenne a szállított mennyiség, ezzel együtt pedig a motorteljesítmény. Az adott befecskendező rendszerhez tervezett tüzelőanyag-szűrő alkalmazása elengedhetetlen feltétel. A nem megfelelő szűrők alkalmazása jó esetben csak kényelmetlenségekkel jár, rosszabb esetben azonban akár nagyon költséges következményekkel is járhat (amit részegységek, esetleg a teljes befecskendező rendszer cseréje jelent).

A dízel tüzelőanyag a benzinnél nagyobb mértékben szennyezett. Ebből, valamint a sokkal magasabb befecskendezési nyomásokból kifolyólag a dízel befecskendező rendszereknek az Otto-motorok befecskendező rendszereihez képest fokozott kopásvédelemre van szükségük, ami nagyobb szűrőkapacitással és tartóssággal valósítható meg. A dízel tüzelőanyag szűrők ezért cserélhető betétes rendszerrel vannak kialakítva.

A 2. generációs common rail rendszerek, valamint a továbbfejlesztett adagoló-porlasztó egységek bevezetésével tovább növekedtek a személygépkocsi és haszongépjármű szűrők finomságával szemben támasztott

követelmények. Az új rendszerek esetében, a részecskeleválasztás hatásfokának az alkalmazástól függően (üzemeltetési körülmények, tüzelőanyag szennyezettsége, motorelettartam) 65% és 98,6% között kell lennie (3–5 µm közötti részecskeméret esetén, az ISO/TR 13353:1994 alapján). A kisméretű részecskék jó hatásfokú leválasztása mellett az új gépkocsiknál a megnövelt karbantartási intervallumok érdekében a nagyobb részecsketároló képesség szintén elvárás.

Vízleválasztás

A dízel tüzelőanyag szűrők másik lényeges feladata az emulgált és a nem kötött formában jelen lévő víz eltávolítása a korróziós károsodások elkerülése érdekében. A maximális átfolyásnál 93%-nál jobb hatásfokkal teljesített vízleválasztás (az ISO 4020:2001 előírásai szerint) különösen az elosztórendszerű adagoló és a common rail rendszerek esetében fontos.

Típusok

A szűrőt az alkalmazott befecskendező rendszernek és az üzemeltetési körülményeknek megfelelően gondosan kell megválasztani.

Főszűrő

A dízel tüzelőanyag szűrőt rendszerint az alacsony nyomású körben, az elektromos tüzelőanyag-szivattyú és a nagynyomású szivattyú közé helyezik a motortérben.

1 Cserélhető dízel szűrőbetét csillag alakban hajtogatott szűrőelemmel



Széles körben elterjedtek a felcsavarható betétes szűrők, az in-line (vezetékbe köthető) szűrők, valamint a fémmentes szerkezetű, alumínium, műanyag, vagy (a nagyobb ütésállóság miatt) acéllemez szűrőházakba helyezhető betétek. Az utóbbiak esetében csak a szűrőbetétet kell cserélni. Elsősorban csillag alakban hajtogatott szűrőelemeket alkalmaznak (1. ábra).

Két szűrő beépítése is lehetséges. A szűrők párhuzamos kapcsolása nagyobb részecsketároló képességet jelent, a soros kapcsolat viszont a leválasztás hatásfokát növeli. Soros kapcsolást lépcsős szűrőkkel lehet megvalósítani, vagy megfelelő előszűrővel együtt alkalmazott finomszűrővel.

Előtápszivattyúknál alkalmazott előszűrő
Különösen magas igények kielégítésére előnyös a szívó vagy a nyomó oldalra beépített előszűrő, amelynek a finomságát a főszűrőnek (finomszűrő) megfelelően kell megválasztani. Előszűrőket elsősorban haszongépjárműveknél használnak, olyan országokban, ahol rossz minőségű a gázolaj. Ezek általában 300 µm lyukméretű szitaszövetből vannak kialakítva.

Vízleválasztó

A víz leválasztását a szűrőbetét anyaga végzi (a víz és a tüzelőanyag különböző felületi feszültségének köszönhetően kialakuló cseppecskék formájában). A leválasztott víz a szűrőház aljában kialakított víztérben gyűlik össze (2. ábra). A vízszint ellenőrzésére esetenként az elektromos vezetőképesség elvén működő szenzorokat használnak. A víz leeresztését manuálisan lehet elvégezni, egy vízleeresztő csavaron keresztül vagy egy nyomógomb megnyomásával. A teljesen automatizált víztelenítő rendszerek jelenleg fejlesztés alatt állnak.

Szűrők anyaga

Az új generációhoz tartozó motorok tüzelőanyag-szűrőivel szemben támasztott magas követelmények speciális, több szintetikus rétegből, valamint cellulózzal kombinált szűrőpapírok alkalmazását teszik szükségessé. Ezek a szűrőpapírok a különböző szűrési rétegeken leválasztott részecskéknél köszönhetően finom előszűrő-effektust és

2 Dízeltüzelőanyag-szűrő vízleeresztővel és vízszintjelzővel



maximális részecsketároló képességet kölcsönöznek a szűrőnek. A szűrők új generációja már a biodízel tüzelőanyagok (olajsavmetilészter, Fatty Acid Methyl Ester, FAME) alkalmazását is lehetővé teszik. A FAME tüzelőanyagokban lévő nagy szervesrészecskekoncentráció miatt azonban a gépkocsik rendszeres karbantartásánál rövidebb szűrőélettartammal kell számolni.

Kiegészítő funkciók

A korszerű szűrőmodulok olyan modulárisan integrált kiegészítő funkciókat tartalmaznak, mint például

- tüzelőanyag előmelegítése: ezt megvalósíthatják elektromos úton, a hűtővízzel vagy a tartályba visszafolyó tüzelőanyaggal, ennek az a feladata, hogy téli üzemben megakadályozza a szűrő pórusainak eltömődését a kicsapódó paraffinkristályokkal,
- nyomáskülönbség-mérésen alapuló karbantartás-igény kijelző,
- feltöltő- és légtelenítő eszközök: a tüzelőanyag-rendszer szűrőcsere utáni feltöltése és légtelenítése kézi szivattyúval történik; a szivattyú többnyire a szűrő fedelébe van integrálva.

A common rail rendszer nagynyomású részegységei

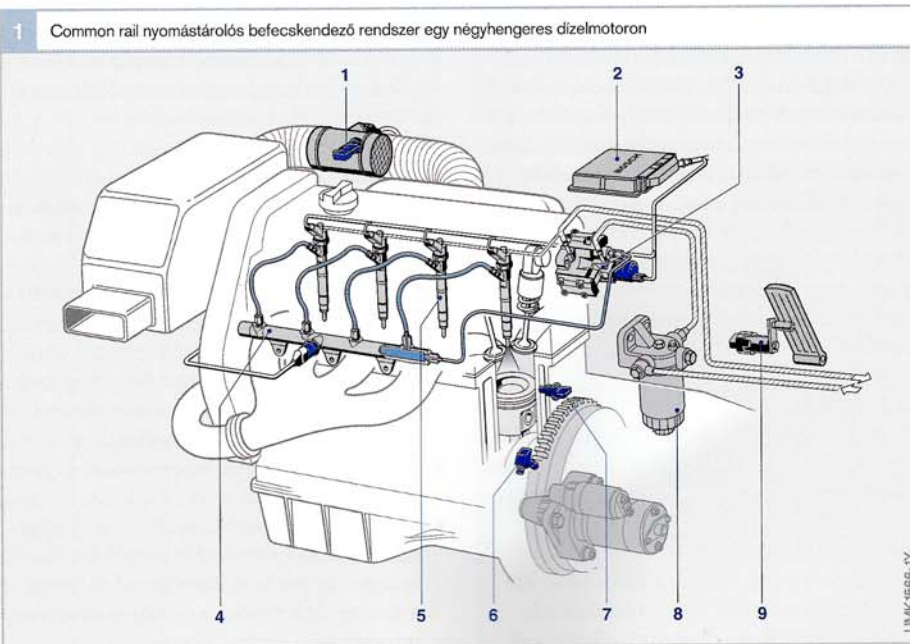
A common rail rendszerek nagynyomású része három szakaszra osztható: nyomás-előállítás, nyomástárolás és tüzelőanyag-adagolás. A nagynyomású szivattyú látja el a nyomás előállításának feladatát. A nyomást a rendszert a rail-ben tárolja, erre az alkatrészre van ráépítve a rail-nyomás érzékelő, valamint a nyomásszabályzó- és a nyomáskorlátozó szelep. A megfelelő időben és mennyiségben végzett befecskendezést az injektorok végzik. A három tartományt a nagynyomású tüzelőanyag-vezetékek kötik össze.

Áttekintés

A common rail rendszerek különböző generációi közötti fő különbség a nagynyomású szivattyú és az injektorok kivitelében, valamint a szükséges rendszerfunkciókban mutatkozik (1. táblázat).

1 Common rail rendszerek áttekintése			
CR generáció	Maximális nyomás	Injektorok	Nagynyomású szivattyú
1. generáció szgk.	1350...1450 bar	Mágnesszelepvezérelt injektor	CP1: szabályzás a nagy nyomás oldalán, nyomásszabályzó-szeleppel
1. generáció tggk.	1400 bar	Mágnesszelepvezérelt injektor	CP2: mennyiségsszabályzás a szívó oldalon, két mágnesszeleppel
2. generáció szgk és tggk.	1600 bar	Mágnesszelepvezérelt injektor	CP3, CP1H: mennyiségsszabályzás a szívó oldalon, mennyiségsszabályzó egységgel
3. generáció szgk.	1600 bar (a jövőben 1800 bar)	Piezo-inline injektor	CP3, CP1H: mennyiségsszabályzás a szívó oldalra épített egységgel
3. generáció tggk.	1800 bar	Mágnesszelepvezérelt injektor	CP3.3NH: mennyiségsszabályzó egység

1. táblázat



1. ábra

- Hőfilmes légtömög-áram-mérő
- Motor-vezérlőegység
- Nagynyomású szivattyú
- Nagynyomású tároló (rail-cső)
- Injektor
- Főtengely fordulatszám-érzékelő
- Motorhőmérséklet-érzékelő
- Tüzelőanyag-szűrő
- Gázpedál-helyzetérzékelő

A tisztasággal szembeni követelmények

Tisztítás minősége

A legújabb berendezések, mint például a common rail rendszer, rendkívüli mértékben megnövekedett teljesítménye a nagynyomású dízel befecskendezés szempontjából a mechanikai megmunkálással szemben a legnagyobb elvárásokat támasztják, egyre pontosabb tűrésekkel és illesztésekkel. A gyártási folyamatból visszamaradó részecskék többszörösére gyorsíthatják a kopási folyamatokat, és akár a teljes berendezés meghibásodásához is vezethetnek. Ennek következtében a tisztításnak szűk tűréstartományban nagyon magas követelményeket kell kielégítenie, miközben a részecskék megengedett maximális mérete tovább csökken.

A részegységek tisztításának minőségét a gyártási folyamatok során fénymikroszkópos képanalizálással ellenőrzik. Ezek a vizsgálatok a részecskék eloszlásáról adnak információt. Az innovatív tisztítási eljárások kidolgozásához a részecskék méretbeli eloszlása mellett további adatokra van szükség a részecskék természetét és kémiai összetételét illetően is. Ezeket a kiegészítő információkat elektronmikroszkóppal lehet begyűjteni.

Részecskeelemző rendszer (SEM)

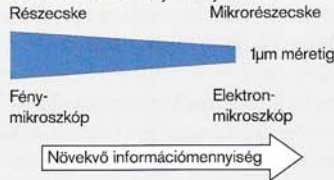
A Bosch elektronmikroszkópos vizsgálaton alapuló részecske elemző rendszert (SEM) alkalmaz. Ez a rendszer lehetővé teszi a vizsgált munkadarabra tapadt részecskék automatizált elemzését. Az elemzés eredményeként megkapják a részecskék méretbeli eloszlását, kémiai összetételét, valamint az egyes részecskék képét is. Ezeknek az információknak a segítségével lehetséges a részecskék forrásának felderítése, valamint olyan intézkedések bevezetése, amelyekkel bizonyos típusú részecskék keletkezése elkerülhető, számuk csökkenthető, esetleg célzottan lemoshatók a felületekről. A megoldás tehát nem a tisztítási technológiák intenzívebb használatában rejlik, sokkal inkább a maradék szennyeződések elkerülésében, illetve a maradék szennyezőanyagok mennyiségének csökkentésében a gyártási folyamat során.

A automatizált részecske elemző rendszer (SEM) alkalmazásával egy olyan eszköz van a tisztítási technika birtokában, amellyel fontos információk-

hoz juthat a maradék szennyeződés természetét illetően. A részecskék és azok forrásának pontos azonosítása az előfeltétele az újabb tisztítási technológiák kifejlesztésének.

A részecskeelemző rendszer (SEM) működési elve

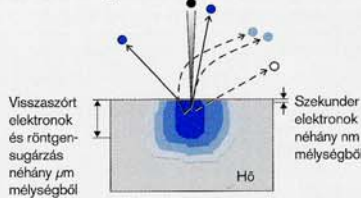
A részecskeelemző eljárás fejlődése



- részecskék száma
- méreteloszlás

- EDX-elemzés
- részecskék száma
- méreteloszlás
- nagy pontosság (mélységelesség)

Az elektronsugár és hatása



- Primer elektronsugár, 20kV
- Visszaszórt elektronok a BSE-detektor felé (20 keV-ig)
- Szekunder elektronok az SE-detektor felé (néhány eV)
- Röntgensugárzás az EDX-detektor felé (10 keV-ig)

Az elektronsugár és a próbadarab kölcsönhatásának érzékelése

SE-Detektor

A próbadarab felületéről érkező szekunder elektronokat a berendezés képi információvá alakítja.

- a felület plasztikus ábrázolásban jelenik meg (REM-képek).

BSE-Detektor

A szóródott elektronokat a rendszer képi információvá alakítja.

→ Fázisösszetétel

→ TOPO Mode típusú plasztikus ábrázolás.

EDX-Detektor

A karakterisztikus röntgensugárzást a berendezés „energiadisziperzív” spektrumná alakítja.

→ Vegyi elemek azonosítása.

Injektorok

A common rail dízel befecskendező rendszerknél az injektorokat rövid kialakítású tüzelőanyag-vezetékek (nyomócsövek) kötik össze a rail-csővel. Az injektorok és az égéstér közötti tömítést egy rézgyűrűvel valósítják meg. Az injektorokat feszítő kengyelekkel rögzítik a hengerfejben. A common rail injektorok a porlasztó fűvókák kivitele szerint a közvetlen befecskendezésű motorban ferde vagy a dugattyúval koaxiális beépítésre alkalmasak.

A rendszer egyik jellemzője, hogy a befecskendezési nyomást a motor fordulatszámától és a befecskendezett mennyiségtől függetlenül hozza létre. A befecskendezés-kezdetet és a befecskendezett mennyiséget az elektromosan működtetett injektor vezérli. A befecskendezés időpontját az elektronikus dízel-szabályzás (EDC) szöghelyzet/idő rendszere

vezérli. Ehhez két fordulatszámszenzorra van szükség. Az egyik a főtengelyen a motor fordulatszámát érzékeli, a másik a vezérműtengelyen a hengerfelismerésre szolgál. A kipufogógáz-emisszió, valamint a zajkibocsátás folyamatos csökkentése érdekében a dízelmotorok megkövetelik az optimális keverék előkészítést, ezért az injektorok nagyon kis előbefecskendezési mennyiségeket, illetve többszörös befecskendezést kell hogy megvalósítsanak.

Jelenleg három különböző típusú injektort alkalmaznak a sorozatgyártásban:

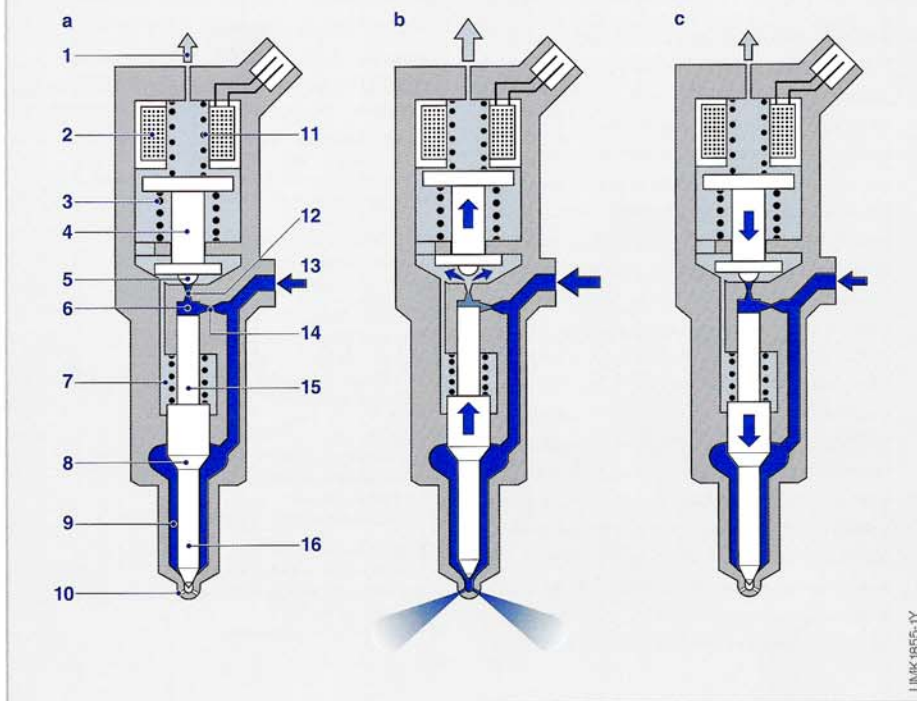
- mágnesszelep-vezérelt injektort egyrészes mozgórészsel,
- mágnesszelep-vezérelt injektort kétrészes mozgórészsel,
- piezo működtetésű injektort.

1 Mágnesszelep-vezérelt injektor (működési elv)

1. ábra

- a Nyugalmi állapot
b Injektor nyit
c Injektor zár

- 11 Tüzelőanyag visszafolyás
12 Mágnesekercs
13 Tüllandulési rugó
14 Mágneses mozgórész
15 Szelepgolyó
16 Szelep vezérlőkamrája
17 Fűvókarugó
18 Nyomófélület a fűvókán
19 Nyomókamra
10 Befecskendező furat
11 Mágnesszelep rugója
12 Kimenő fojtás
13 Nagynyomású csatlakozó
14 Bemenő fojtás
15 Szelepdugattyú (vezérlő-dugattyú)
16 Fűvókátű



Mágnesszelep-vezérelt injektor

Felépítés

Az injektort több funkcionális csoportra lehet felosztani, ezek:

- a furatos porlasztó fúvóka (lásd a „Porlasztó fúvókák” fejezetnél),
- a hidraulikus szervórendszer, valamint
- a mágnesszelep.

A tüzelőanyag a nagynyomású csatlakozón (1a. ábra, 13.) keresztül a betápláló csatornán jut a porlasztó fúvókához, illetve a befolyó oldali fojtáson (14) keresztül a szelep vezérlőkamrájába (6). A szelep vezérlőkamráját egy mágnesszeleppel nyitható kilépő fojtás (12) kapcsolja a tüzelőanyag visszafolyó ágba (1).

Működési elv

Az injektor működését járó motornál és szállító nagynyomású szivattyú esetén négy üzemi állapotra oszthatjuk:

- zárt injektor (rá van kapcsolva a nagy nyomás),
- az injektor nyit (befecskendezés-kezdet),
- teljesen nyitott injektor, és
- az injektor zár (befecskendezés vége).

Ezeket az üzemi állapotokat az injektor alkatrészei közötti erőelosztás határozza meg. Álló motornál, nyomásmentes rail-cső esetén az injektorban lévő porlasztó fúvóka rugója lezár.

Injektor zárva (nyugalmi állapot)

Az injektor nyugalmi állapotban nem kap vezérlést (1a. ábra). A mágnesszelep rugója (11) a szelepgolyót (5) ráprésseli a kilépő fojtás (12) ülékére. Ekkor a szelep vezérlőkamrájában (6) felépül a rail-nyomás. Ugyanez a nyomás hat egyidejűleg a porlasztó fúvóka nyomókamrájában (9) is. Ekkor a vezérlő-dugattyú (15) homloklületeire ható rail-nyomás ereje, valamint a fúvókarugó (7) ereje a fúvókatút a nyomóállra (8) ható nyitó erő ellenében zárva tartja.

Az injektor nyit (befecskendezés-kezdet)

Kezdetben az injektor nyugalmi helyzetben található. A mágnesszelepet ekkor a rendszer a „behúzó” árammal vezérli, ami a mágnesszelep gyors nyitását eredményezi (1b. ábra). A mágnesszelepek működéséhez szükséges rövid kapcsolási időket a vezérlőegységben létrehozott nagy vezérlő feszültséggel és árammal érik el.

Ekkor a vezérelt elektromágnesben akkora erő ébred, amely meghaladja a szeleprugó (11) előfeszítési erejét. A mozgórész fel-emeli a szelepgolyót az ülékről, és kinyitja a kilépő fojtást. Rövid idő elteltével a magasabb behúzó áramot az alacsonyabb értékű tartóáramra csökkenti a rendszer. Ekkor a kilépő fojtás nyitásának köszönhetően a tüzelőanyag a szelep vezérlőkamrájából a fölötte lévő ürege és a visszafolyó ágon keresztül a tartály felé távozik. A befolyó oldali fojtás (14) megakadályozza a teljes mértékű nyomáskiegyenlítést, így a nyomás lecsökken a szelep vezérlőkamrájában. Ez oda vezet, hogy a szelep vezérlőkamrájában kisebb lesz a nyomás, mint ami a porlasztófúvóka nyomókamrájában kialakult, ahol még ekkor is a rail-nyomás uralkodik. A szelep vezérlőkamrájában lecsökkent nyomás miatt kisebb lesz a vezérlő-dugattyúra ható erő, ezért kinyit a szeleptű. Megkezdődik a befecskendezés.

Teljesen nyitott injektor

A fúvókatú nyitási sebességét a bemenő és kilépő fojtások átfolyási különbsége határozza meg. A vezérlő-dugattyú eléri a felső ütközési pontját, majd ebben a helyzetben marad a fölötte lévő tüzelőanyag-párnára támaszkodva (hidraulikus ütköző). A párna abból a tüzelőanyag-áramlásból jön létre, amely a belépő és a kilépő fojtások között alakul ki. Az injektor fúvókatúje ekkor teljes mértékben nyitva van. A tüzelőanyagot akkora nyomással fecskendezi az égéstérbe, amely megközelíti a rail-nyomást.

Az injektorban kialakuló erőelosztás ilyenkor hasonló ahhoz, mint ami a nyitó fázisban kialakult. Adott nyomáson a befecskendezett tüzelőanyag-mennyiség arányos

a mágnesszelep kapcsolási idejével, és nem függ a motor, illetve a szivattyú fordulatszá-
mától (idővezérelt befecskendezés).

Az injektor zár (befecskendezés vége)

A mágnesszelep vezérlésének megszűnése után a szeleprugó a mozgórészt lefelé nyomja, a szelepgolyó rázáródik a kilépő fojtásra (1.c ábra). A zárt kilépő fojtás következtében a vezérlőkamrában a belépő fojtáson áramló tüzelőanyagnak köszönhetően újra felépül a rail-nyomás. Ez a megnövekedett nyomás újra nagyobb erővel hat a vezérlő-dugattyúra. A szelep vezérlőkamrájában kialakuló nyomásból ébredő erő és a fűvókarugó előfeszítési ereje ekkor legyőzi a fűvókatúreható nyitóerőt, a fűvókatú pedig lezár. A bemenő fojtáson átáramló folyadékmeny-
nyiség határozza meg a fűvókatú zárási sebességét. A befecskendezésnek akkor van vége, amikor a fűvókatú újra eléri a fűvóka testében lévő ülékét, ezáltal lezárja a porlasztó furatokat.

Azért van szükség a porlasztótű hidraulikus erősítővel megvalósított indirekt vezérlésére, mert a porlasztótű kellően gyors nyitását közvetlenül a mágnesszeleppel nem lehet elérni. Az ennek működéséhez (a befecskendezett mennyiség fölött) szükséges „vezérlő mennyiség” a vezérlőkamra fojtásain keresztül a tüzelőanyag visszafolyó körbe jut.

A vezérlő mennyiség mellett a porlasztótűnél és a vezérlődugattyú vezető perselyénél megjelenik még egy rés-
olaj mennyiség is. A vezérlő- és a résolaj mennyiséget az a gyűjtővezeték viszi a tüzelőanyagtartály felé, amelyre a túlfolyó szelep, a nagynyomású szivattyú és a nyomássháborzó-szelep is csatlakozik.

Jellegmező típusok

Mennyiségi platós (stagnálós) jellegmezők
Az injektorok esetében megkülönböztetjük a ballisztikus és a nem ballisztikus üzemmódot. A szelepdugattyú/porlasztótű csoport járműüzemben, elegendően hosszú vezérlési idő esetén eléri a hidraulikus ütközőt (2.a ábra). Az a tartomány, ameddig a fűvókatú eléri a maximálisan löketét, jelenti a ballisztikus üzemmódot. A befecskendezett mennyiséget a megfelelő vezérlési idő függvényében ábrázoló mennyiségi jellegmezőben (2.b ábra) a ballisztikus és a nem ballisztikus üzemmódokat a jelleggörbe törése választja el egymástól.

A mennyiségi jellegmező további jellemzője a rövid vezérlési időkhöz tartozó platós alak. Ez a plató az elektromágnes mozgórészének nyitáskor tapasztalható visszaugrása miatt jön létre. Ebben a tartományban a befecskendezett mennyiség független a vezérlési időtől. Ennek köszönhetően lehet stabilan létrehozni a kis befecskendezési mennyiségeket. Csak a mozgórész visszaugrása után lehet növekedő vezérlési idővel előidézni a befecskendezett mennyiség lineáris növekedését.

A kis befecskendezett mennyiséggel járó (rövid vezérlési idejű) befecskendezéseket előbefecskendezésként alkalmazzák a zajcsökkentés érdekében. Az utóbefecskendezést a korom oxidációjának javítására használják, meghatározott üzemmódokban.

Mennyiségi plató nélküli jellegmezők

A szigorodó emissziós előírások teljesítésének érdekében kellett bevezetni két rendszerfunkciót: az injektorok mennyiségkiegénylítését (Injektormengenabgleich, IMA) és a nullmennyiség kalibrálását (Nullmengenkalibrierung, NMK), valamint az elő-, fő- és utóbefecskendezések közötti rövid időtartamokat. A plató nélküli karakterisztikájú injektorok esetében (új állapotban) az IMA funkcióval pontosan be lehet állítani az előbefecskendezési mennyiséget. Az NMK segítségével az alsó nyomástartományban lehet korrekciót végrehajtani az élettartam során jelentkező mennyiségeltolódás ellensúlyozására. A két rendszerfunkció alkalmazásának előfeltétele a folyamatos, lineáris mennyiségi

karakterisztika, tehát a plató nélküli mennyiségi jellegmező (2.c ábra). Amennyiben a szelepdugattyú/fűvókatú csoportot névleges üzemben a löket ütköztetése nélkül működtetik, úgy ebben az esetben a szelepdugattyú teljesen ballisztikus üzemmódjáról beszélünk, amelynek nem lesz töréspontja a mennyiségi jellegmezőn.

tésének köszönhetően a mozgórész zárási folyamata gyorsabban lezajlik. Ezáltal a kétrészes mozgórész felépítés alkalmazásával két befecskendezés között rövidebb időtartamot lehet tartani.

Injektorváltozatok

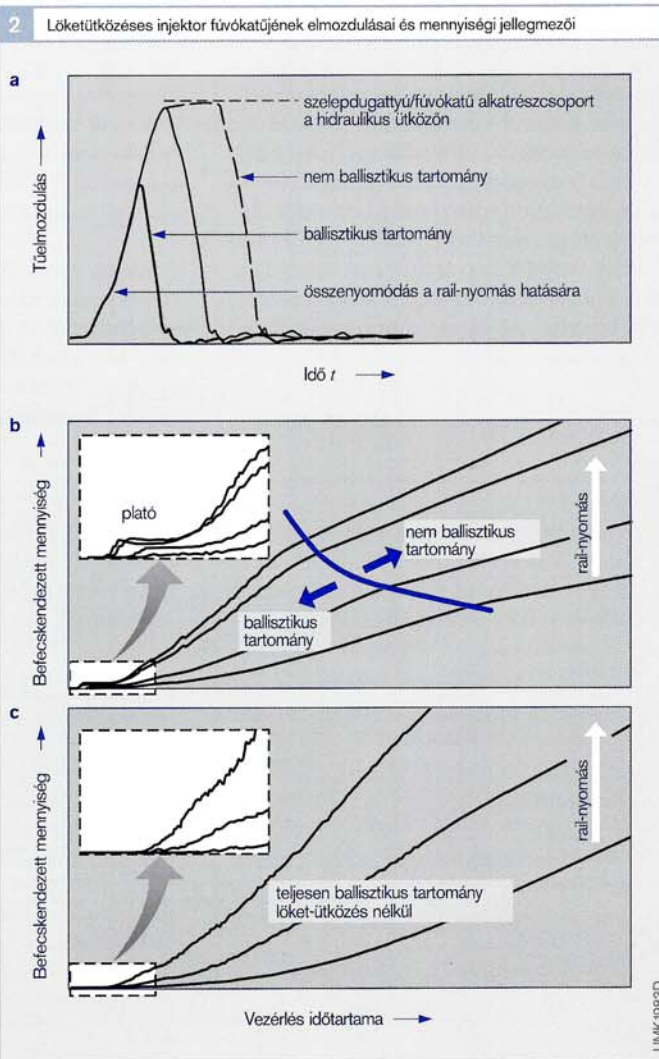
A mágnesszelep-vezérlésű injektorokon belül két különböző működési elvet különböztünk meg:

- Egyrészes mozgórészű injektorok (1-rugós rendszer),
- Kétrészes mozgórészű injektorok (2-rugós rendszer).

Az egyes befecskendezések közötti rövid időtartamokat csak abban az esetben lehet biztosítani, ha a záraskor a mozgórész nagyon gyorsan újra nyugalmi állapotba kerül. Ezt a legmegbízhatóbban egy túllendülési ütközővel ellátott kétrészes mozgórész alkalmazásával lehet elérni.

A zárási folyamat során a mozgórész alaplapja az alakzárás következtében lefelé mozdul el. A mozgórész alaplapjának túllendülését egy túllendülési ütköző korlátozza, így a teljes mozgórész gyorsabban éri el a nyugalmi állapotát.

A mozgórész tömegeinek leválasztásával és a beállítási paraméterek megfelelő illesz-



A mágnesszelep-vezérlésű injektorok vezérlése

Nyugalmi állapotban az injektorban lévő nagy nyomású mágnesszelep nem kap vezérlést, ezáltal csukva van. Az injektor nyitott mágnesszelep esetén tud befecskendezni.

A mágnesszelep vezérlését öt szakaszra lehet bontani (3. és 4. ábrák).

Nyitási szakasz

A mágnesszelepek nyitásához az áramerősségnek először egy nagyon meredek, pontosan definiált felfutó éllel kell hozzávetőleg 20 A-os szintre növekednie, hogy kis tűrésekkel és nagy fokú reprodukálhatósággal (ismétlési pontossággal) lehessen megvalósítani az előírt befecskendezési mennyiséget. Ezt az akár 50 V-ot is elérő indítófeszültséggel lehet elérni. Ezt a feszültséget a vezérlőegység állítja elő, és egy kondenzátorban tárolja (indítófeszültség-tároló kondenzátor). Amennyiben a mágnesszelepre ezt a nagy feszültséget kapcsolják, az áramerősség sokkal meredekebben növekszik, mint ha csak az akkumulátorfeszültség lenne rákapcsolva.

Behúzóáram szakasza

A behúzóáram szakasza alatt a mágnesszelep az akkumulátorról kap tápellátást. Ez elősegíti a gyorsabb nyitást. A behúzó áramot áramkorlátozással 20 A-os értéken határolják.

Tartóáram szakasza

A tartóáram szakaszában az áramerősséget hozzávetőleg 13 A-ra csökkentik, hogy mérsékeljék a vezérlőegységben és az injektorban hővé alakuló energiaveszteséget. A behúzó áramnak a tartóáram szintjére süllyedésekor energia szabadul föl. Ezt az energiát az indítófeszültséget tároló kondenzátorra vezetik.

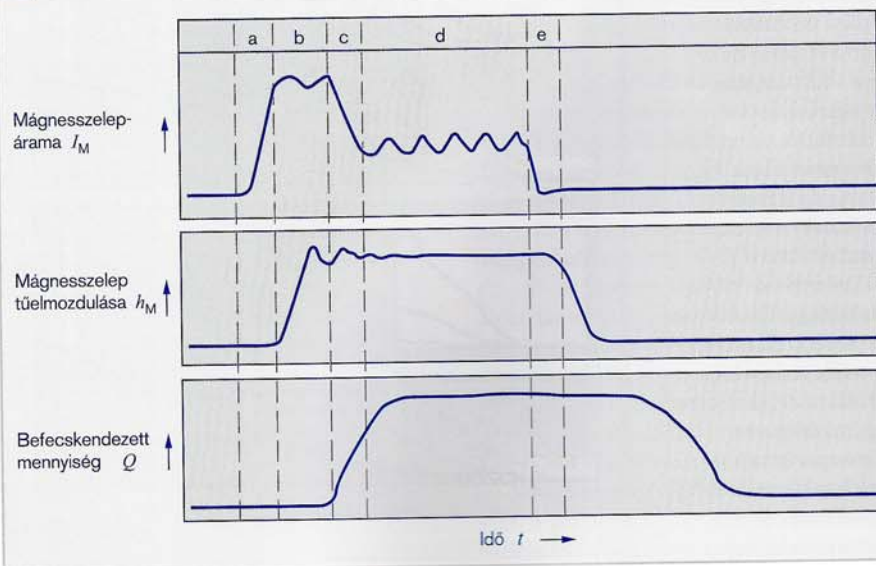
Kikapcsolás

Amikor az injektor zárásához a vezérlőegység kikapcsolja az áramot, szintén energia szabadul fel. Ezt az energiát is az indítófeszültséget tároló kondenzátorába vezetik.

Utántöltés a feszültségnövelő egységgel

A tároló kondenzátor utántöltését a vezérlőegységbe integrált feszültségnövelő egység végzi. Már a behúzási szakasz előtt meg kell történnie a nyitásnál kivett energia utántöltésének. Ez mindaddig tart, míg a kondenzá-

3 Nagynyomású mágnesszelepek vezérlési szekvenciái egy befecskendezés során

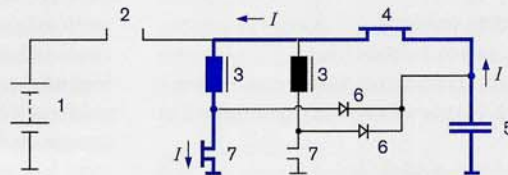


3. ábra

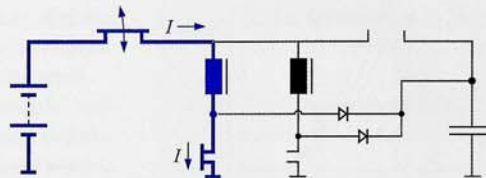
- a Nyitás
- b Behúzó áram
- c Átváltás tartóáramra
- d Tartóáram
- e Lekapcsolás

4 Common rail vezérlés szakaszainak elvi kapcsolási rajza egy hengercsoport esetén

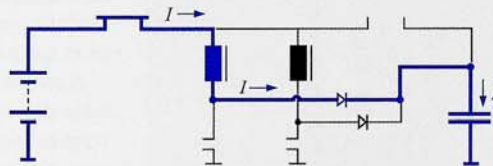
a. Nyitás



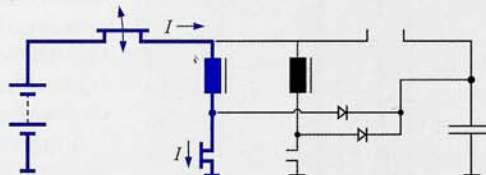
b. Behúzó áram



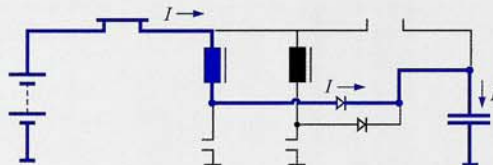
c. Átváltás tartóáramra



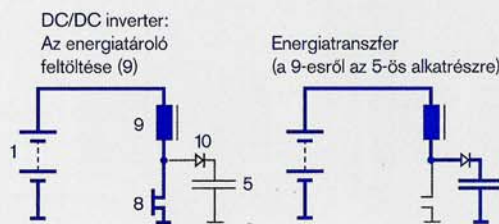
d. Tartóáram



e. Lekapcsolás



f. Utántöltés a feszültségnövelő egység segítségével



4. ábra

- 1 Akkumulátor
- 2 Áramszabályozás
- 3 A nagynyomású mágnesszelepek tekercsei
- 4 Indítóáram kapcsolója
- 5 Indítófeszültség-tároló (kondenzátor)
- 6 Dióda az energia visszatárolására és a gyors áramletörésre
- 7 Hengerkiválasztó kapcsoló
- 8 DC/DC-kapcsoló
- 9 DC/DC-tekercs
- 10 DC/DC-dióda
- I Áramerősség

torban felhalmozódik a mágnesszelep nyitására szükséges energiamennyiség.

Piezo-inline injektor

Felépítés és követelmények

A piezo-inline injektort vázlatosan a következő főbb csoportokra lehet osztani (lásd az 5. ábrán)

- működtető modul (3),
- hidraulikus csatoló, vagy áttétel (4),
- vezérlő- vagy szervószelep (5) és
- porlasztófúvóka-modul (6).

Az injektor kialakításakor figyelembe kell venni, hogy a működtető elemből, a hidra-

ulikus csatolóból és a vezérlőszelepből álló teljes állítóműlánc összesített merevsége megfelelően nagy legyen. További konstrukciós sajátosság a mechanikus erők mellőzése a fúvókátúnél (szemben a mágnesszelep-vezérlő injektorokkal, ahol egy mechanikus erőátviteli elemet találunk). Összességében a mozgatott tömegeket és a sűrűlőaszt hatékonyan lehetett csökkenteni, ezáltal a hagyományos rendszerekhez viszonyítva jobb lett az injektor stabilitása, illetve kisebb az elhangelődési hajlama.

Kiegészítésképpen a befecskendező rendszer lehetővé teszi az egyes befecskendezések közötti nagyon rövid („hidraulikus szempontból nulla”) időtartamokat. A tüzelőanyag-adagolás számát tekintve akár öt befecskendezés is végezhető munkaciklusonként, ezáltal a rendszert a motor munkapontjaihoz lehet igazítani.

A szervószelep (5) és a fúvókátú szoros csatolásának köszönhetően a túl gyorsan reagál a működtető elem mozgására. Az elektromos vezérlés kezdete és a fúvókátú hidraulikus reakciója közötti késedelmi idő hozzávetőleg 150 mikroszekundum. Így az egymásnak ellentmondó nagy fúvókátú-sebesség és lehető legkisebb pontosan reprodukálható tüzelőanyag mennyiség is megvalósítható.

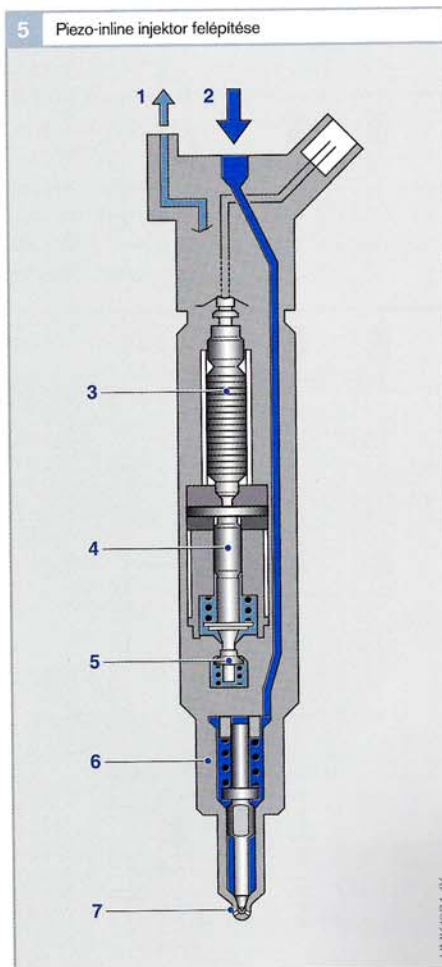
A működési elvből kifolyólag ennél az injektornál nincs közvetlen szívárgás a nagynyomású és az alacsonynyomású oldal között. Ennek következménye a teljes rendszer hidraulikus hatásfokának növekedése.

Működési elv

A CR injektorban lévő 3/2-es szervószelep működése

A fúvókában lévő fúvókátút a piezo-inline injektor esetében közvetlenül egy szervószelep vezérli. A kívánt befecskendezett mennyiség így a szelep vezérlési idejével szabályozható. Nem vezérelt állapotban a meghajtó elem kiindulási helyzetben található, a szervószelep pedig zárva van (6.a ábra). Ez azt jelenti, hogy ekkor a nagynyomású kör el van választva a kisnyomású körtől.

A fúvókát a vezérlőkamrában (3) uralkodó rail-nyomás zárva tartja. A piezo működ-



5. ábra

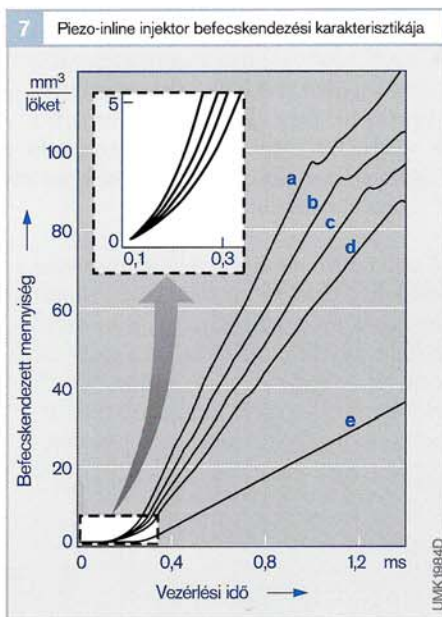
- 1 Tüzelőanyag visszafo-lyás
- 2 Nagynyomású csatlakozó
- 3 Piezo állítóelem
- 4 Hidraulikus csatoló (átalakító)
- 5 Szervószelep (vezérlőszelep)
- 6 Fúvókamodul fúvókátúval
- 7 Befecskendező furat

tető elem vezérlésével kinyit a szervószelep és lezárja a megkerülő (bypass-) furatot (6.b ábra). A kilépő- (2) és a belépő (4) fojtófuratok átfolyási mennyiségei közötti különbség hatására lecsökken a nyomás a vezérlő kamrában, a fűvóka (5) pedig kinyit. A keletkező vezérlőmennyiség a szervószelepen keresztül a teljes rendszer visszafolyó körébe kerül.

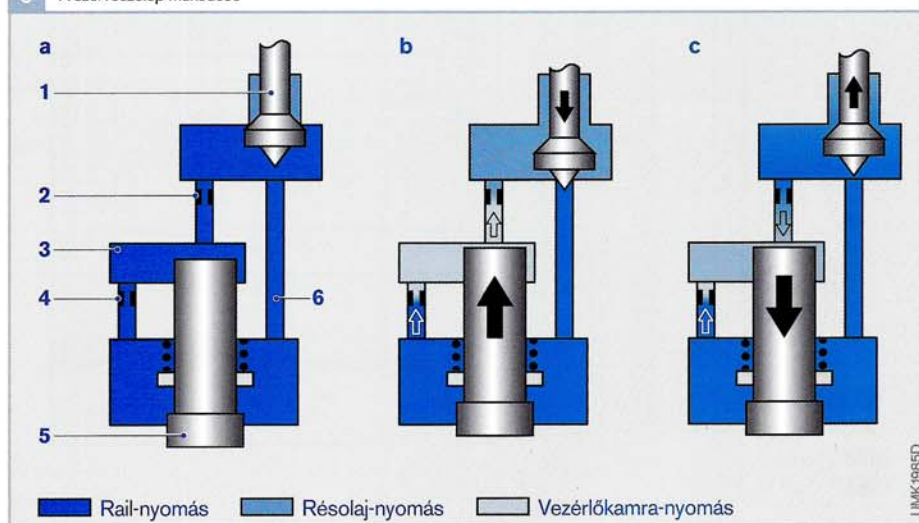
A zárási folyamat bevezetéséhez a működtető elemet elektromosan ki kell sütni, ennek hatására a szervószelep újra kinyitja a megkerülő csatornát. A bemenő és a kilépő fojtásokon való fordított áramlással a vezérlőkamra újra feltöltődik, a vezérlőkamrában pedig megnő a nyomás. Amint a rendszerben kialakult a szükséges nyomásszint, a fűvókátú mozgásba jön, a befecskendezési folyamat pedig befejeződik.

A fentebb leírt szelepkonstrukció, valamint az állító rendszer nagyobb dinamikájának köszönhetően a hagyományos, tehát nyomórúddal és 2/2 szeleppel ellátott rendszerekhez képest lényegesen rövidebb a befecskendezés lehetséges időtartama – ennek pedig az emisszióra és a motor teljesítményére egyaránt pozitív hatása van. Az EU-4-es előírásoknak a motorokkal szemben támasztott követelményei miatt az injektorok jellegzőbőreit a korrekció

funkcióknak (injektor mennyiségi korrekciója, IMA, és nullmennyiség kalibrálása, NMK) megfelelően optimalizálják. Ezen a módon az előbefecskendezési mennyiséget tetszőlegesen lehet beállítani, a teljesen balisztikus üzemmód alkalmazásával pedig a jellegmezőben való mennyiségi szórást az



6 A szervószelep működése



IMA segítségével lehet minimalizálni (lásd a 7. ábrán).

A hidraulikus csatoló működése

A piezo-inline injektor egy további lényeges részegysége a hidraulikus csatoló (8. ábra, 3.), amelynek a következő funkciói vannak:

- a működtető elem löketének áttételezése és felerősítése,
- a működtető elem és a szervószelep között esetleg jelen lévő holtjáték kiegyenlítése (például hőtágulás következtében),
- vészleállítási funkció (egy esetleges elektromos lekapcsolás esetén a befecskendezés önműködő leállítása).

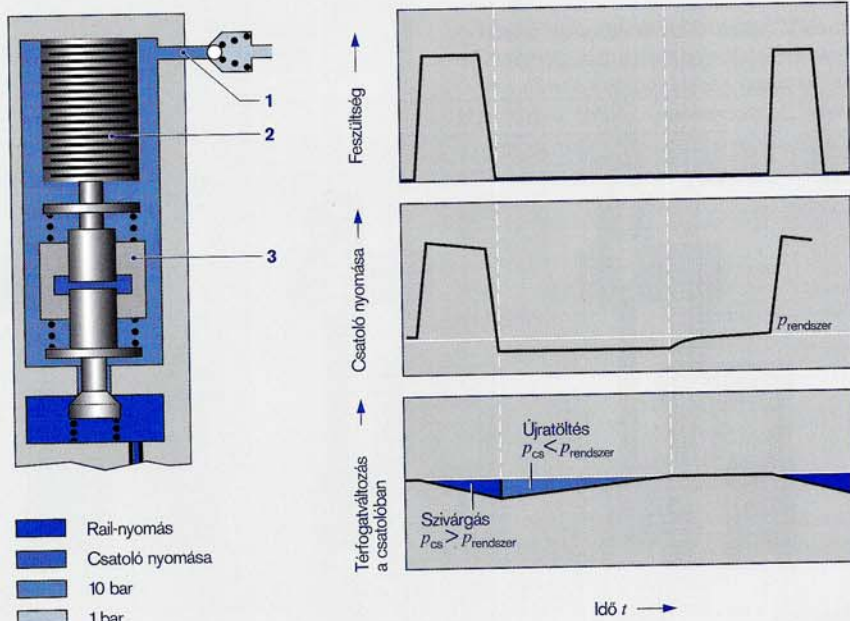
A működtető modult és a hidraulikus csatolót dízel tüzelőanyag veszi körül, ennek nyomása hozzávetőleg 10 bar. A működtető elem nem vezérelt állapotában a hidraulikus csatolóban lévő nyomás és a környezeti nyomás között egyensúly van. A hőmérsékleti hatások következtében fellépő hosszválto-

zásokat a két dugattyú perselyeinek csekély résveszteségei egyenlítik ki, így a működtető elem és a kapcsolószelep között minden pillanatban erőzáró kapcsolat van.

Egy befecskendezési folyamat beindítására a működtető elemre mindaddig kell feszültséget kapcsolni (110...150 V), amíg a keletkező erő túllépi a kapcsolószelep és a működtető elem közötti erőegyensúlyt. Ezáltal a csatolóban megnő a nyomás, egy csekély résolaj pedig a dugattyú vezető perselyén keresztül kifolyik a csatolóból az injektor alacsony nyomású körébe. A csatolóban ilyenkor létrejövő nyomásesésnek akár több milliszekundumig tartó vezérlési idő esetén sem lesz hatása az injektor működésére.

A befecskendezési folyamat végeztével a hidraulikus csatolóból hiányzó mennyiséget újból pótolni kell. Ez ekkor az előbbiekhöz képest fordított sorrendben történik, a dugattyú vezető perselyének illesztési hézagán keresztül, a csatoló és az injektor alacsony nyomású köre közötti nyomáskülönbség

8 A hidraulikus csatoló működése



8. ábra

- 1 Kis nyomású tápcsatorna szeleppel
- 2 Működtető elem
- 3 Hidraulikus csatoló (átalakító)

hatására. Az illesztési hézagot és az alacsony nyomást úgy választják meg, hogy a következő befecskendezési ciklusra a hidraulikus csatoló újra fel legyen töltve.

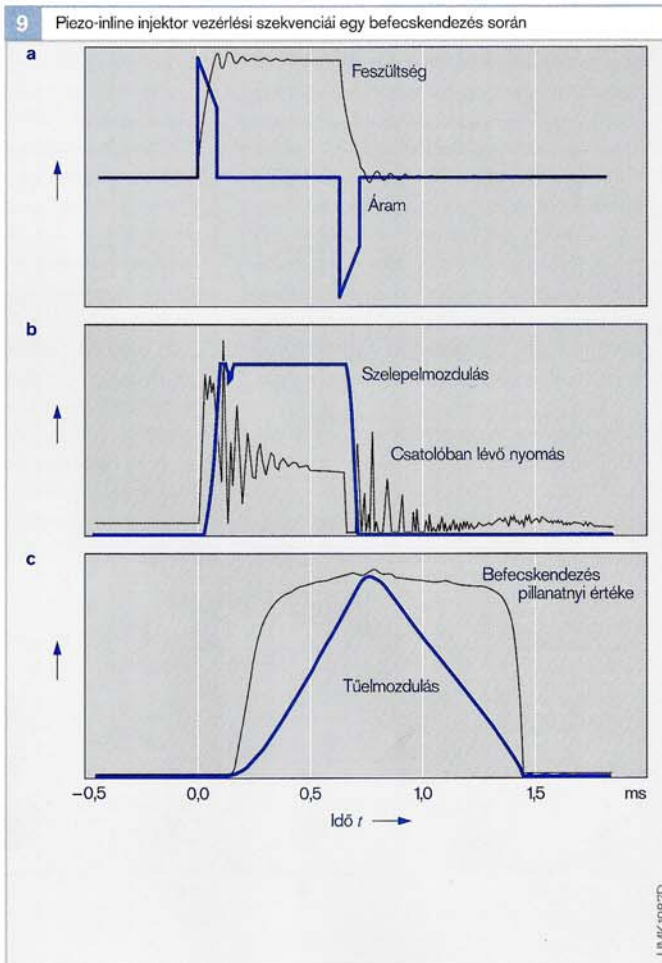
A common rail piezo-inline injektorok vezérlése

Az injektorok a motor-vezérlőegységtől kapnak vezérlést, amelynek a végfoka speciálisan ezekhez az injektorokhoz lett kifejlesztve. A vezérlési feszültség a beállított munkaponthoz tartozó rail-nyomás függvényében változik. Az injektor impulzusok formájában (9. ábra) mindaddig kap vezérlést, míg az előírt és a tényleges feszültség között már csak minimális az eltérés.

A feszültségnövekedés a piezo működtető elem arányos méretváltozását okozza. A hidraulikus áttételen keresztül a működtető elem lökete mindaddig növeli a nyomást a csatolóban, míg a kapcsolószelepen túlhaladja az erőegyensúlyt, a szelep pedig kinyit. Amint a kapcsolószelep elérte a véghelyzetét, a vezérlőkamrában a porlasztótű fölött elkezd csökkenni a nyomás, a befecskendezés pedig beindul.

A piezo-inline injektorok előnyei

- lehetséges a többszörös befecskendezés, a befecskendezés kezdetének és az egyes részbefecskendezések közötti időtartam rugalmas megválasztásával,
- az előbefecskendezés során nagyon kis mennyiségek is vezérelhetők,
- az injektornak kisebb a beépítési mérete és a tömege (270 gramm szemben a 490 grammal),
- alacsonyabb zajszint (-3 dB(A)),
- előnyösebb fogyasztás (-3%),
- csökkentett emissziós értékek (-20%),
- a motorteljesítmény növekedése ($+7 \%$).



9. ábra

- a Áram- és feszültség-lefutás az injektor vezérlése során
- b A szelepmozdulás- és a csatoló nyomás-lefutása
- c A szelepmozdulás- és a pillanatnyi befecskendezett mennyiség lefutása

A piezoelektromos hatás

Pierre Curie és Jacques fivére 1880-ban felfedeztek egy jelenséget, amelyet noha kevesen ismernek, napjainkban mégis milliók életének részese: a piezoelektromos effektust. Ennek köszönhetően tud például megfelelő ütemben mozogni a kvarcórak mutatója.

Egyes kristályok (ilyen a kvarc vagy a turmalin) piezoelektromos viselkedést mutatnak: bizonyos kristálytengelyek mentén végzett összenyomás vagy szét húzás hatására a kristály felületein elektromos töltések halmozódnak föl. Ez az elektromos polarizálódás azért jön létre, mert az erő hatására a kristály belsejében lévő pozitív és negatív ionok egymáshoz viszonyítva eltolódnak (lásd az ábrán, b rajz). A kristály belsejében az így keletkező töltésközéppontok kiegyenlítődnek, a homlokfelületeken azonban elektromos mező jelenik meg. A kristály összenyomás és nyújtás hatására ellentétes irányítású elektromos teret hoz létre.

Amennyiben viszont a kristály homlokfelületeire elektromos feszültséget kapcsolunk, úgy a jelenség megfordul (fordított piezo-effektus): Az elektromos tér hatására a pozitív ionok a negatív elektród felé, a negatív ionok pedig a pozitív elektród felé tolódnak el. Ennek következtében a kristály az elektromos tér erő irányításának megfelelően összehúzódik vagy kiterjed (lásd az ábrán, c rajz).

Az E_p piezoelektromos térerősségre a következőket írhatjuk föl:

$$E_p = \delta \Delta x / x$$

$\Delta x / x$: relatív összenyomódás, illetve nyúlás

δ : piezoelektromos együttható, számértéke 10^9 V/cm ... 10^{11} V/cm között van.

Az Δx hosszúságváltozás a rákapcsolt U feszültség függvényében:

$U / \delta = \Delta x$ (kvarc esetében például $U = 10$ V 10^{-9} cm változást okoz)

A piezo-effektust azonban nemcsak a kvarcórákban és a piezo-inline injektorban használják, a direkt vagy fordított jelenségnek, számtalan további műszaki alkalmazása van:

Piezoelektromos szenzorokat alkalmaznak például a benzinmotorok kopogásszabályzásánál, ahol a motorok nagyfrekvenciájú rezgéseit érzékelik, mint a kopogósos égést kísérő jelenséget. A mechanikus rezgések elektromos feszültséggé való alakításán alapulnak a lemezjátékok kristályhangszedői, illetve a kristálymikrofonok. A piezogyűjtő (például az öngyűjtőkben) mechanikus nyomást használ a szikrához szükséges feszültség előállítására.

Amennyiben azonban egy piezo-kristályra váltófeszültséget kapcsolunk, úgy az a váltófeszültség frekvenciájával azonos ütemben kezd el rezegni. Ilyen elven működő rezgő kvarcokat alkalmaznak például az elektromos rezgőkörökben, vagy hangforrásként az ultrahangok előállításánál.

Az órakvarcok alkalmazása során a rezgő kvarckristályt olyan váltófeszültséggel gerjesztik, amelynek frekvenciája megegyezik a kvarc saját frekvenciájával. Ezen a módon egy időben rendkívül konstans rezonanciafrekvencia jön létre, amelynek eltérése egy megfelelően kalibrált kristály esetén mindössze 1/1000 másodperc évente.

A piezo-effektus

modellje

(egyetlen egységnyi cella példáján)

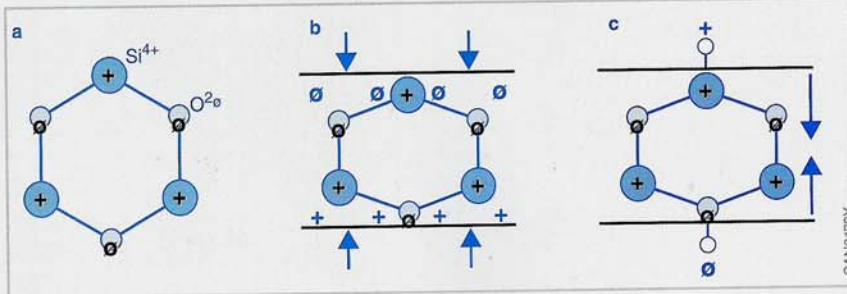
a SiO_2 kvarckristály

b Piezo-effektus:

A kristály összenyomásakor a negatív O^{2-} ionok fölfelé, a pozitív Si^{4+} ionok pedig lefelé mozdulnak el: a kristály felületein ezért elektromos töltés indukálódik.

c inverz piezo-effektus:

A rákapcsolt elektromos feszültség hatására az O^{2-} ionok fölfelé, a Si^{4+} ionok pedig lefelé mozdulnak el: a kristály ennek következtében összehúzódik.



Elektronika... a fogalom eredete?

A fogalom tulajdonképpen még a régi görögöktől származik. Számukra az „elektron” szó még a borostyánkővet jelentette, amelyről már több mint 2500 éve, milétoszi Thalész óta tudott volt, hogy megdörzsölve vonzotta a gyapjúszálakat és hasonló anyagokat.

Kis tömegűeknek, valamint elektromos töltésűeknek köszönhetően az elektronok – ezáltal pedig az elektronika – nagyon gyors. Az „elektronika” kifejezés az elektronokból származik.

Egy elektron tömege úgy aránylik egy grammhoz, mint ahogyan egy ötgrammos súly tömege Földünk tömegéhez.

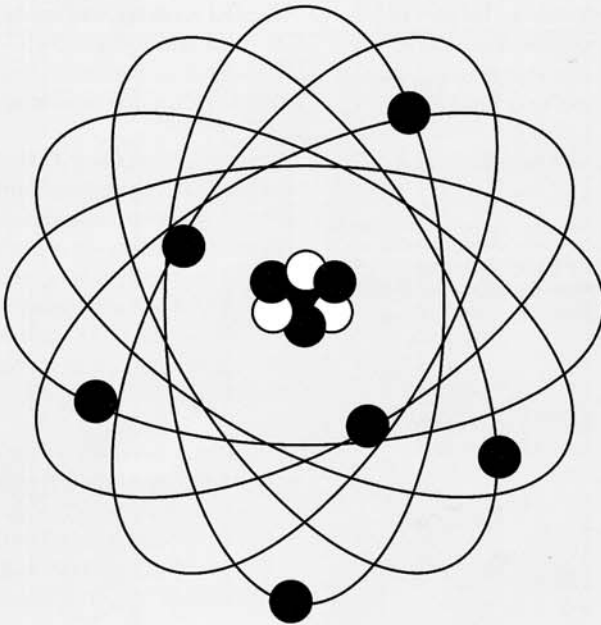
Az „elektronika” szó a 20. század szülötte. Nem tudni pontosan, ki használta elsőként. Elképzelhető, hogy Sir John Ambrose Fleming, az elektroncsövek egyik alkotója vezette be a fogalmat 1902 körül.

Az első „elektronikai mérnök” azonban már a 19-dik században megjelent. A róla szóló első feljegyzést már a Victoria Királynő idejéből származó „Who is Who” (Ki kicsoda) 1888-as kiadásában megtaláljuk. Hivatalosan akkor még „Kelly's Handbook of Titled, Landed and Official Classes” néven jelent meg a kiadvány. Az elektronikai mérnököt ekkor a „Royal Warrant Holders” (királyi tanúsítvány birtokosa) néven találjuk – vagyis egy olyan személyre vonatkozik, aki királyi szabadalom birtokosa.

Hogy mi volt a feladata? A királyi palotában ő felelt a gázlámpák működéséért és tisztaságáért. S hogy miért viselte ezt a szép címet? Mert tudta, hogy a görög nyelvben az „elektron” a csillogást, ragyogást, villogást is jelentette.

Forrás:

„Az elektronika alapfogalmai” – Bosch publikáció (utánnymás a „Bosch-Zünder” alapján), 1988.



Nagynyomású szivattyúk

Követelmények és feladatok

A nagynyomású szivattyú az alacsony- és a magasnyomású körök közötti összekötő elem. Feladata, hogy a gépkocsi teljes élettartama során, minden üzemmódban kellő mennyiségű tüzelőanyagot biztosítson az előírt nyomáson. Ez azt is magában foglalja, hogy a gyors indítási folyamatok, illetve a rail-nyomás hirtelen növelése érdekében a szükséges tartalékkal rendelkezzen.

A nagynyomású szivattyú folyamatosan, a befecskendezéstől függetlenül hozza létre a nagynyomású tároló (rail-cső) számára a szükséges nyomást. Ennek következtében a tüzelőanyagot – a hagyományos befecskendező rendszerekkel összehasonlítva – nem csak a befecskendezés alatt kell szállítania.

Személygépkocsi rendszereknél a nyomás előállítására nagynyomású szivattyúként 3-elemes kivitelű radiál-dugattyús szivattyút alkalmaznak. Haszongépjárművek esetében 2-dugattyús soros szivattyút is használnak. A nagynyomású szivattyú a legtöbb esetben a dízelmotoron ugyanarra a helyre van beépítve, ahol a hagyományos elosztórendszerű adagoló található. A motor tengelykapcsoló, fogaskerék, lánchajtás vagy fogasszíj segítségével hajtja meg. A szivattyú fordulatszáma ezért állandó áttételi viszonyban van a motor fordulatszámaival.

A nagynyomású szivattyúban található dugattyúk sűrítik a tüzelőanyagot. A radiál-dugattyús szivattyúk esetében a fordulatonként végzett három szállító löket egymást átfedi (a szállításban nincs megszakítás), a kialakuló nyomatékcsúcsok csekélyek, ezért a szivattyú hajtása is egyenletesen van terhelve.

Személygépkocsi rendszerek esetében a forgatónyomaték 16 Nm, ami hozzávetőleg az 1/9-ed része a hasonló célra használt elosztórendszerű adagolóhoz szükséges hajtónyomatéknak. Ezáltal a common rail rendszernél a hajtás kisebb igénybevételnek van kitéve, mint a hagyományos befecskendező rendszerek esetében. A szivattyú hajtásához szükséges teljesítmény a rail-ben beállított nyomással és a szivattyú fordulatszámaival (a szállított mennyiséggel) arányosan nő. Egy 2 literes motor esetében a nagynyomású szivattyú névleges fordulatszámon és 1350 bar-os rail-nyomás esetében (90%-os mechanikai hatásfokot alapul véve) 3,8 kW teljesítményt vesz föl. A common rail rendszereknek a hagyományos eljáráshoz viszonyított nagyobb teljesítmény-igényét az injektorokban megjelenő résvesztés és vezérlési vesztés, valamint – a CP1 nagynyomású szivattyú esetében – a rendszer-nyomásnak a nyomásszabályzó szeleppel a kívánt értékre való csökkentése magyarázza.

A személygépkocsikon alkalmazott nagynyomású radiál-dugattyús szivattyúk kenését a tüzelőanyag biztosítja. Haszongépjárműveknél tüzelőanyag- és olajkenésű radiál-dugattyús szivattyúkat egyaránt használnak, vannak azonban olajkenésű 2-dugattyús soros szivattyúk is. Az olajkenésű szivattyúk ellenállóbbak az esetleg gyengébb minőségű tüzelőanyagokkal szemben.

A nagynyomású szivattyúkat különböző kivitelekben használják személygépkocsikban és haszongépjárművekben. Az egyes szivattyúgenerációkon belül különféle szállítási teljesítményű és nyomású változatokat különböztetünk meg (1. táblázat).

1 Bosch-nagynyomású szivattyúk common rail rendszerekhez		
Szivattyú	Nyomás (bar)	Kenés
CP1	1350	tüzelőanyag
CP1+	1350	tüzelőanyag
CP1H	1600	tüzelőanyag
CP1H-OHW	1100	tüzelőanyag
CP3.2	1600	tüzelőanyag
CP3.2+	1600	tüzelőanyag
CP3.3	1600	tüzelőanyag
CP3.4	1600	olaj
CP3.4+	1600	tüzelőanyag
CP2	1400	olaj
CPN2.2	1600	olaj
CPN2.2+	1600	olaj
CPN2.4	1600	olaj

1. táblázat

H megnövelt nyomástartomány

+ nagyobb szállítási mennyiség

OHW Off-Highway (országúton kívüli)

CP1 radiál-dugattyús szivattyú

Felépítés

A CP1 szivattyú házában csapágyazzák a hajtótengelyt (1. ábra, 1. pozíció). Ehhez képest radiális irányban, 120° -kal eltolva helyezik el a szivattyúelemeket (3). A hajtótengelyen kialakított excenter (2) a dugattyúkat löketmozgásra kényszeríti.

Az excentertengely és a szállító-dugattyúk közötti erőátvitel az excenteren elhelyezett csúszógyűrű és a dugattyútálon lévő csúszólapka közvetítésével valósul meg.

Működési elv

Tüzelőanyag szállítás és sűrítés

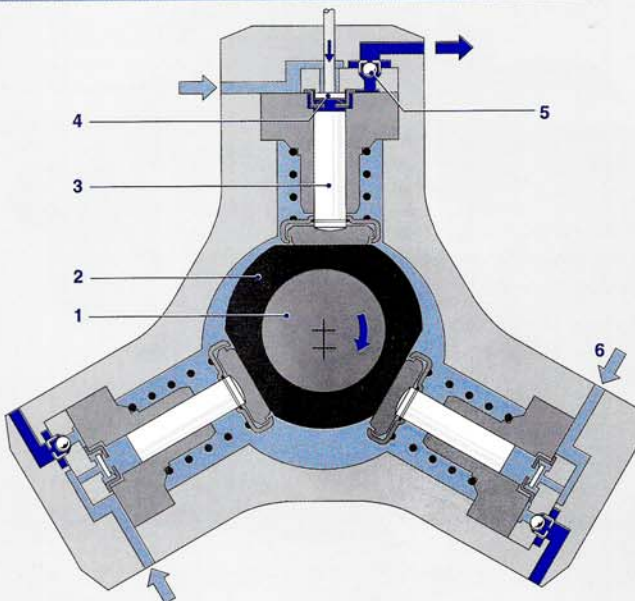
Az előtápszivattyú – amely elektromos szivattyú, vagy mechanikusan hajtott fogaskerékes szivattyú – a tüzelőanyagot vízleválasztón és szűrőn keresztül továbbítja a gázolajat a nagynyomású szivattyú (6) bemeneti csatlakozójához.

Azon személygépkocsiknál, ahol a fogaskerékes szivattyú a nagynyomású szivattyúra

van szerelve, a befolyó csatlakozó a szivattyú belsejében található. A befolyó nyílás mögött biztonsági szelep van. Amennyiben az előtápszivattyú szállítási nyomása meghaladja a biztonsági szelep nyitónyomását (0,5...1,5 bar), úgy a tüzelőanyag a szelep főtárfuratán keresztül a nagynyomású szivattyú kenő- és hűtőkörébe jut. A hajtótengely az excenter közvetítésével az excenter emelkedésének megfelelő löketű mozgásba hozza a dugattyúkat. A tüzelőanyag a nagynyomású szivattyú szívószelepén (4) keresztül jut az adott dugattyúelem terébe, miközben a dugattyú lefelé mozog (szívólöket).

Miután a dugattyú túllépi az alsó holt-pontját, a szívószelep bezár, a tüzelőanyag ezért nem tud kilépni a dugattyúelemből. Ekkor a nyomás az előtápszivattyú által biztosított értékről tovább növekszik. Az így felépített nyomás akkor nyitja a kilépő szelepet (5), amikor elérte a rail-ben lévő nyomást; az összesűrített tüzelőanyag ekkor bekerül a nagynyomású körbe.

1 Nagynyomású szivattyú (vázlat, metszet)



1. ábra

- 1 Hajtótengely
- 2 Excenter
- 3 Adagolóelem dugattyúval
- 4 Beszívó szelep (bemenő szelep)
- 5 Kimenő szelep
- 6 Tüzelőanyag-betáp

UMK1573-1Y

A dugattyúelem mindaddig szállítja a tüzelőanyagot, amíg eléri a felső holtpontját (szállítási löket). Ez után a nyomás csökken, a kimenő szelep pedig bezár. Az elemben maradt tüzelőanyag nyomása csökken; a dugattyú lefelé mozdul el.

Amennyiben az elem dugattyúban a nyomás az előtápnomás alá esik, újra kinyit a szívószelep, a folyamat pedig megismétlődik.

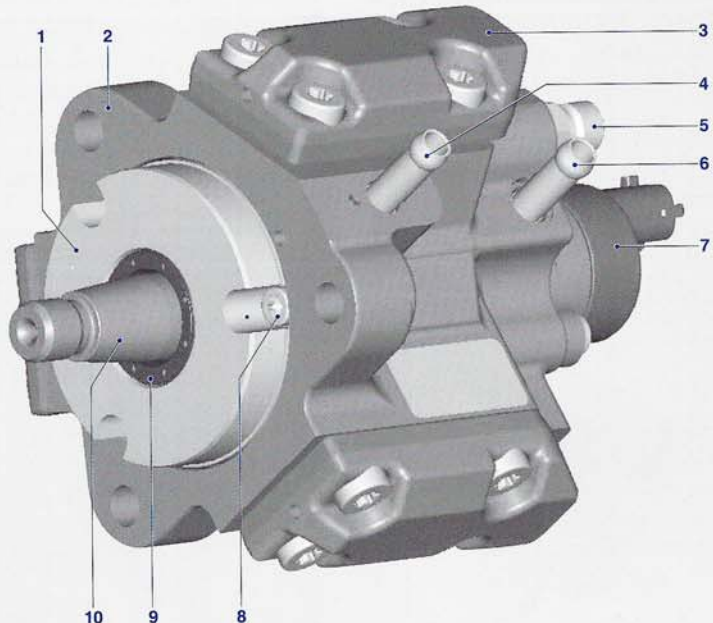
Áttételi arány

A nagynyomású szivattyú által szállított tüzelőanyag mennyisége arányos a fordulatszámaival. A szivattyú fordulatszáma viszont a motor fordulatszámától függ. A befecskendező rendszer motorhoz illesztése során úgy határozzák meg az áttételi viszonyt, hogy egyrészt a szükségletek fölött szállított tüzelőanyag-mennyiség ne legyen túl magas, másrészt a motor teljes terhelése során jelentkező tüzelőanyag igényt is ki tudja elégíteni. A lehetséges áttételi arányok 1:2 és 2:3, a főtengelyhez viszonyítva.

Szállítási teljesítmény

Mivel a nagynyomású szivattyú nagy szállított mennyiségre van tervezve, ezért alapszáron és részterhelésen többlet keletkezik a sűrített tüzelőanyagból. Ezt a fölös tüzelőanyagot az első generációhoz tartozó CP1-es szivattyúval rendszereknél a rail-csővön elhelyezett nyomásszabályzó-szelep vezette vissza a tartályba. Mivel ekkor a korábban sűrített tüzelőanyag nyomása lecsökkent, a folyamat a sűrítés során bevitt energia elvesztésével járt; így a hatásfok csökkent. Ezen kívül a tüzelőanyag komprimálása, majd nyomásvesztése a tüzelőanyag tartályban lévő tüzelőanyag fölmelegedéséhez vezet.

2 CP1 nagynyomású szivattyú, ráépített nyomásszabályzó-szelepes változat (3D ábrázolás)



2. ábra

- 1 Csapágypajzs
- 2 Szivattyúház
- 3 Hengerfej
- 4 Betáplálás csatlakozó csőcsonkja
- 5 Nagynyomású csatlakozó csőcsonk
- 6 Visszafolyás csatlakozó csőcsonkja
- 7 A nyomásszabályzó-szelep
- 8 Hengeresfejű csavar
- 9 Szimring
- 10 Excenteres tengely

CP1H radiál-dugattyús szivattyúk

Változtatások

A hatásfok növelését úgy lehetett elérni, hogy ebben az esetben a nagynyomású szivattyú mennyiség szabályozását a tüzelőanyag belépő oldalán (szívóoldalon) végzi a rendszer. Ennek során a szivattyúelemekhez folyó tüzelőanyag mennyiségét egy fokozatmentesen szabályozható mágnesszelep (adagolóegység, ZME) határozza meg. Ez a szelep a rail-csőbe továbbított tüzelőanyag-mennyiséget a rendszer szükségleteihez igazítja. Ezzel a mennyiség szabályzással nemcsak a szivattyú hajtására használt teljesítményt lehet lecsökkenteni, de a maximális tüzelőanyag-hőmérséklet is csökkenthető. Ezt a megoldást a CP1H szivattyúhoz a CP3 szivattyútól vették át.

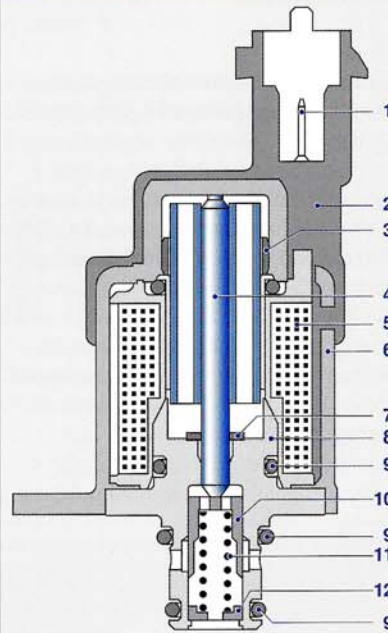
A CP1-es nagynyomású szivattyúhoz képest a CP1H nagyobb nyomás (1600 bar) elérésére van kialakítva. Ezt a hajtás megerősítésével, a megváltoztatott szelepegységekkel, valamint a ház szilárdságának növelésével érték el.

A mennyiség szabályzó egység a nagynyomású szivattyúra van ráépítve (3. ábra, 13. pozíció).

Az mennyiség szabályzó egység (ZME) felépítése

Az adagolóegység felépítése a 4. ábrán látható. A mágneses tér hatására elmozduló

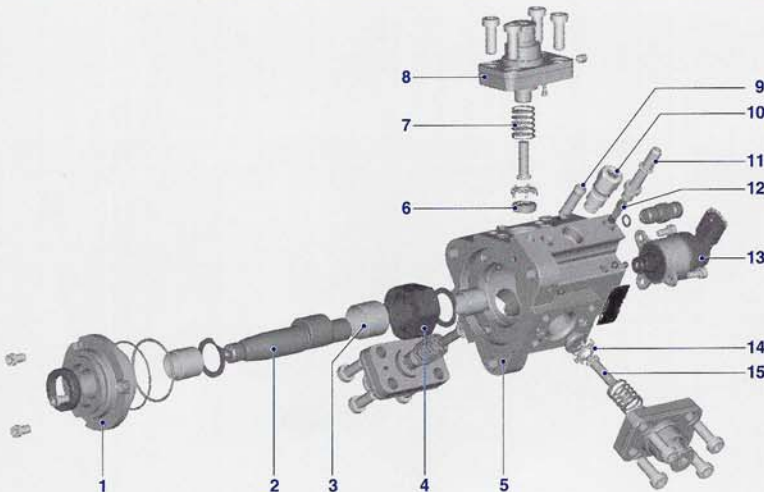
4 Mennyiség szabályzó egység felépítése



4. ábra

- 1 Elektromos csatlakozó dugasz
- 2 Elektromágnes háza
- 3 Persely
- 4 Mozgórész lökőrúddal
- 5 Tekercs és csévetest
- 6 Fazék
- 7 Maradék-légrés alátét
- 8 Mágnesvasmag
- 9 O-gyűrű
- 10 Dugattyú vezérlő horronnyal
- 11 Rugó
- 12 Biztosító elem

3 CP1H nagynyomású szivattyú adagolóegységgel (robbantott ábra)



3. ábra

- 1 Csapágypajzs
- 2 Excenter tengely
- 3 Persely
- 4 Poligonális gyűrű
- 5 Szivattyúház
- 6 Talplemez
- 7 Rugó
- 8 Hengerfej
- 9 Visszafolyó csatlakozó csőcsonkja
- 10 Túlfolyó szelep
- 11 Betáp csatlakozó csőcsonkja
- 12 Szűrő
- 13 Mennyiség szabályzó egység
- 14 Kosár
- 15 Dugattyú

dugattyú a helyzetének megfelelő átfolyási keresztmetszetet tesz szabaddá.

A mágnesszelepet a rendszer egy PWM-jel (impulzusszélességben modulált jel, kitöltési tényező) segítségével vezérli.

CP3 radiáldugattyús szivattyú

Változtatások

A CP3 olyan nagynyomású szivattyú, amelyen egy mennyiség szabályzó egység (ZME) segítségével a belépő oldalon végeznek szabályzást. Ezt a típusú szabályzást először a CP3 szivattyúkon alkalmazták, majd később átvették a CP1H szivattyúk számára. A CP3 szivattyú elvi felépítése (5. ábra) hasonló a CP1, illetve a CP1H szivattyú felépítéséhez. A lényeges különbségek a következők:

- Monoblokk kivitelű ház: ez a megoldás lecsökkenti a nagynyomású körben tömítendő felületeket és nagyobb szállítási teljesítményt tesz lehetővé.
- Csésze alakú emelőtőkék: Az excenter csúszóújrújának keresztirányú mozgásá-

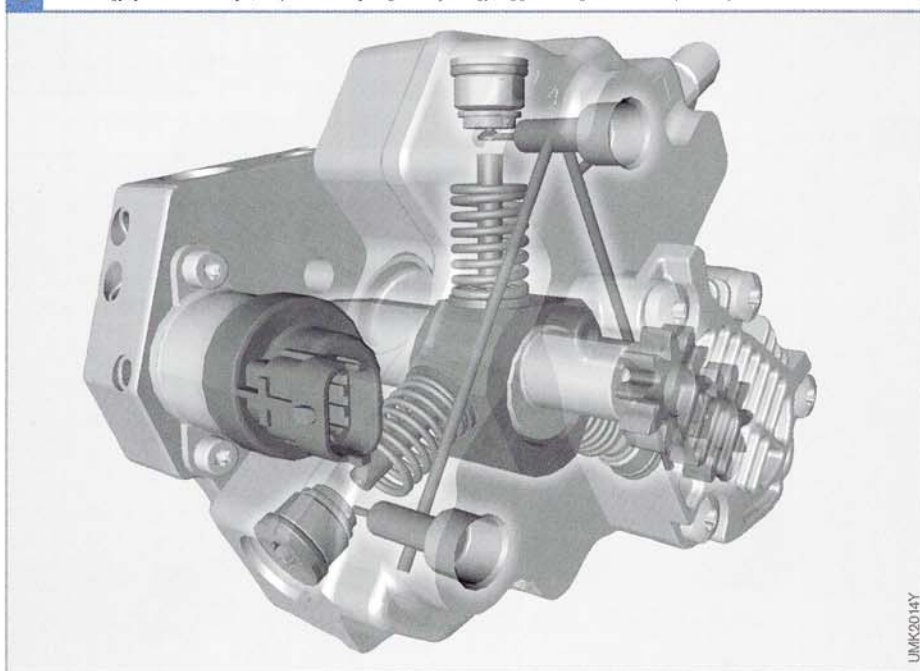
ból eredő keresztirányú erőket nem a dugattyúk veszik föl, hanem az emelőtőkék adják át a ház falának. Ennek köszönhetően a szivattyú jobban terhelhető, illetve nagyobb nyomások lehetségesek. A legnagyobb megvalósítható nyomás 1800 bar.

Változatok

A CP3 családba tartozó szivattyúkat személygépkocsikon és haszongépjárműveken egyaránt megtaláljuk. A szükséges szállítási teljesítmény elérése érdekében különféle változatokat alkalmaznak. A méretosztály és ezzel a szállítási teljesítmény a CP3.2 típustól egészen a CP3.4-ig nő. Az olajkenésű CP3.4 szivattyút csak „Heavy Duty” nehéz tehergépjárműveknél használják. Transzportereken vagy könnyű haszongépjárműveken olyan szivattyúkat is megtalálhatunk, amelyeket eredetileg személygépkocsik számára fejlesztettek ki.

A „Medium Duty” és „Heavy Duty” besorolású közepes és nehéz tehergépjárművek esetében alkalmazott rendszerek különle-

5 CP3 nagynyomású szivattyú, ráépített mennyiség szabályzó egységgel és fogaskerékes tápszivattyúval



gessége a nyomóoldalon elhelyezett tüzelőanyag-szűrő. A fogaskerékes szivattyú és a nagynyomású szivattyú között található, ezzel az elrendezéssel két csere között a szűrő nagyobb mennyiségű részecskét választhat le. A nagynyomású szivattyúnak mindenképpen szüksége van egy külső hidraulikus csatlakozóra a tüzelőanyag-betápláláshoz, még abban az esetben is, ha a fogaskerékes szivattyú a nagynyomású szivattyúra van ráépítve.

CP2 soros szivattyú

Felépítés

Az olajkenésű, mennyiség szabályozott CP2-es nagynyomású szivattyút kizárólag a haszongépjárművek esetében alkalmazzák. Ez a berendezés egy soros szivattyú, amelyben két egymás mellett elhelyezett dugattyú található (6. ábra).

A vezérműtengely meghosszabbításában található a gyorsító áttétellel hajtott fogaskerékes tápszivattyú, amely a tüzelőanyagot

felszívja a tartályból, majd a finomszűrőhöz továbbítja. Innen egy újabb hidraulikus vezeték visz a nagynyomású szivattyú felső részén elhelyezett adagolóegységhez. Ez utóbbi szabályozza a tüzelőanyag mennyiségét a motor aktuális szükségleteinek megfelelően, az új generációhoz tartozó egyéb CR szivattyúkhoz hasonlóan.

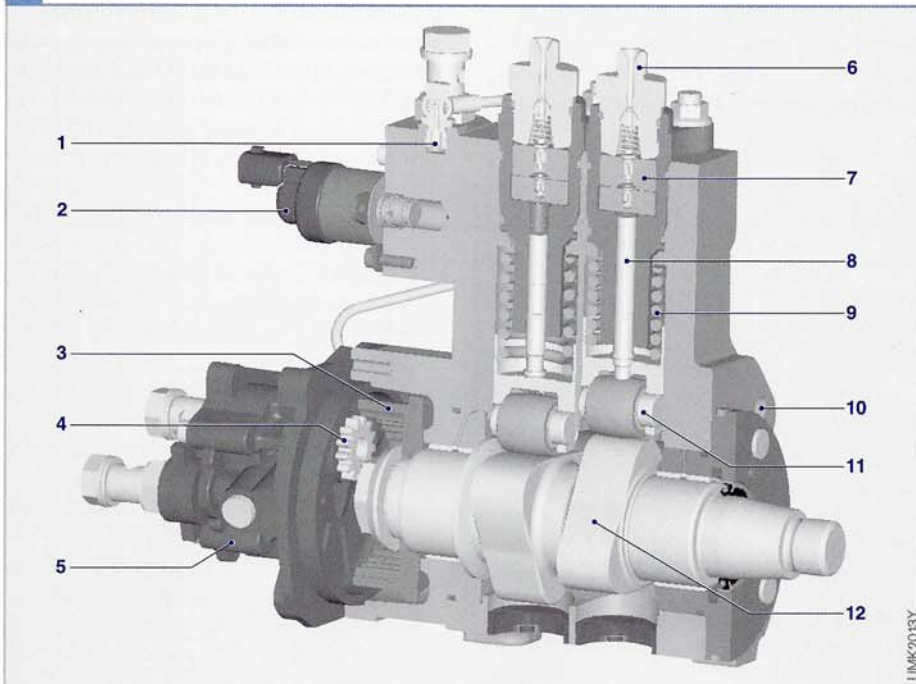
A kenőolaj-ellátás történhet közvetlenül a CP2 szivattyú felfogató karimáján keresztül, vagy egy oldalsó betápláló furaton.

A hajtás áttételi aránya 1:2. Ezáltal a CP2 szivattyú a beépítés szempontjából kompatibilis a hagyományos soros adagolószivattyúkkal.

Működési elv

A CP2-es szivattyúnál a tüzelőanyag-betáplálása a szivattyúelembe, illetve a nyomás alatt lévő tüzelőanyag továbbítása a rail felé egy kombinált belépő/kilépő szelepen keresztül történik.

6 CP2 nagynyomású szivattyú



6. ábra

- 1 Nullaszállítás fojtása
- 2 Adagolóegység
- 3 Belső fogazású kerék
- 4 Fogaskerék
- 5 Fogaskerékes előtápszivattyú
- 6 Nagynyomású csatlakozó
- 7 Kétféle be- és kimenő szelep
- 8 C-bevonatolt dugattyú
- 9 Dugattyúrúgó
- 10 Olaj beömlő furata
- 11 C-bevonatolt görgős tengely
- 12 Konkáv bütők

Rail-cső (nagynyomású tároló)

Feladata

A nagynyomású tároló (rail) feladata, hogy a tüzelőanyagot nagy nyomáson tárolja. Ennek során a tároló térfogatnak csillapítania kell a szivattyú pulzáló szállítását és a befecskendezés következtében létrejövő nyomáslengéseket is. Ez biztosítja, hogy az injektorok nyitásakor a befecskendezési nyomás állandó maradjon. A tároló térfogatnak egyrészt elég nagynek kell lennie, hogy a fentebb említett követelményeket kielégítthesse. Másrészt viszont eléggé kis méretűnek kell lennie ahhoz, hogy indításkor megfelelően gyorsan épüljön fel a nyomás. Ennek optimalizálására a tervezési szakaszban szimulációs számításokat végeznek.

A rail feladata a tüzelőanyag tárolása mellett az is, hogy a tüzelőanyagot elossa az injektorok számára.

Felépítés

A cső formájú rail (1. ábra, 1. pozíció) a különféle motorbeépítési körülmények miatt változó kialakítású lehet. Úgy alakítják ki, hogy a railnyomás-érzékelőt (5) és a nyomáskorlátozó szelepet, valamint a nyomásszabályzó-szelepet rá lehessen építeni (2).

Működési elv

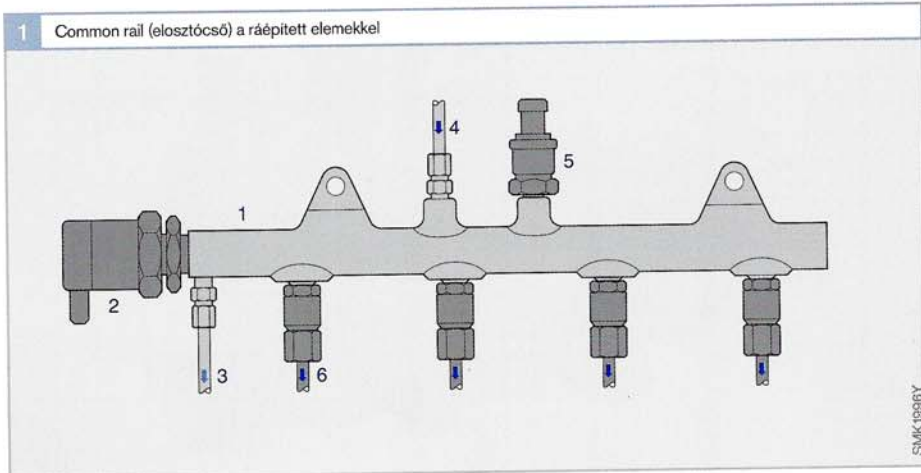
A nagynyomású szivattyú által összesűrített tüzelőanyag egy nagynyomású tüzelőanyag vezetéken keresztül jut a rail-cső befolyó csatlakozójához (4). Innen kerül majd el az egyes injektorokhoz (a rendszer ezért kapta a „common rail” elnevezést, ami a közös elosztóvezetéket jelenti).

A tüzelőanyag nyomását a rail-nyomásérzékelő méri, és a nyomásszabályzó-szelep állítja be a kívánt értékre. A nyomáskorlátozó szelepet – a rendszerkövetelményeknek megfelelően – a nyomásszabályzó-szelep alternatívájaként lehet alkalmazni. Az a feladata, hogy a rail-ben kialakuló nyomás értékét a maximálisan megengedett nyomásra határoolja. A nagy mértékben összesűrített tüzelőanyagot a nagynyomású csővezetékek továbbítják az injektorokhoz.

A rail-cső térfogatát folyamatosan nyomás alatt lévő tüzelőanyag tölti ki. A nyomástároló tulajdonság a tüzelőanyag nagy nyomás alatti összenyomhatóságából ered. Amennyiben befecskendezés során tüzelőanyag távozik a rail-csőből, a nyomás még nagyobb mennyiség kivétele esetén is közel állandó marad.

1. ábra

- 1 Rail-cső
- 2 Nyomásszabályzó-szelep
- 3 Visszafolyás a rail-csőből a tüzelőanyag-tartályba
- 4 Betáp a nagynyomású szivattyú felől
- 5 Rail-nyomás érzékelő
- 6 Csővezeték az injektorhoz



Nagynyomású érzékelők

Alkalmazás

A nagynyomású érzékelőket a gépkocsikban a tüzelőanyag és a fékfolyadék nyomásának mérésére használják:

Dízel rail-nyomás érzékelő

A dízel rail-nyomás érzékelő a tüzelőanyag elosztó csőben (a rail-csőben) kialakuló nyomást méri. A $p_{\max}$ maximális munkanyomás (névleges nyomás) 160 MPa (1600 bar). A tüzelőanyag-nyomást szabályozó kör állítja be. A rendszer bármilyen terhelésen és fordulatszámon az adott munkapontnak megfelelően közelítőleg állandó értéken tartja. Az előírt értéktől való esetleges eltéréseket egy nyomásszabályzó-szelep korrigálja.

Rail-nyomás érzékelő benzinhez

A benzinhez használt rail-nyomás érzékelő az MED-Motronic közvetlen benzinbefecskendező rendszereknél méri a tüzelőanyag elosztó csőben (a rail-ben) lévő nyomást, amelynek értéke a terhelés és a fordulatszám függvényében 5...12 MPa (50...120 bar) között változik. A mért nyomást a rail-nyomás szabályzója mint tényleges értéket használja fel. A fordulatszámotól és a terheléstől függő előírt értéket egy jellegmező tárolja, és a nyomásszabályzó-szelep állítja be a rail-csőben.

Fékfolyadék nyomásérzékelő

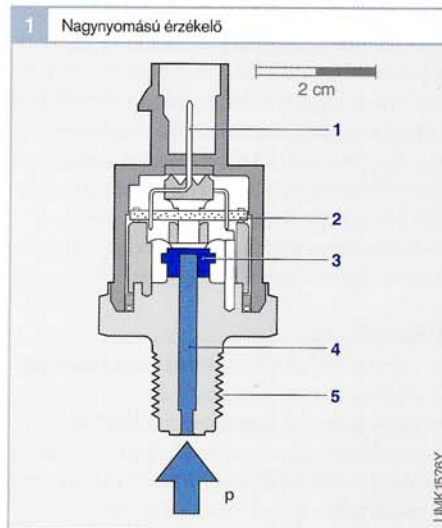
A nagynyomású érzékelő a fékfolyadék nyomását a menetbiztonsági rendszerek (például az ESP) hidroaggregátjaiban méri, amelynek értéke rendszerint 25 MPa (250 bar). A nyomás $p_{\max}$ maximális értéke elérheti a 35 MPa-t (350 bar). A nyomás mérését és felügyeletét a vezérlőegység indítja, illetve végzi el az eredmények kiértékelését.

Felépítés és működési elv

A szenzor központi eleme egy acélmembrán, amelyre hídba kapcsolt nyúlásmérő bélégeket gözölnek fel (1. ábra, 3.). A szenzor méréstartománya a membrán vastagságától függ (nagyobb nyomások esetén vastagabb, míg kisebb nyomások esetén vékonyabb

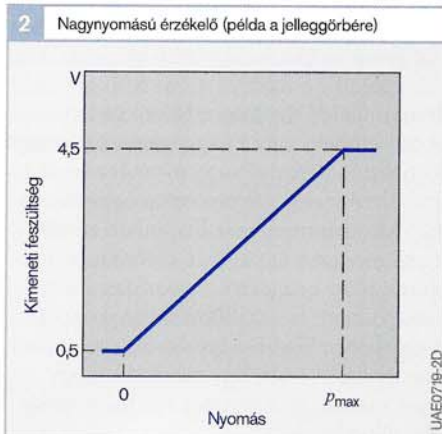
membránt alkalmaznak). Amint a hidraulikus csatlakozón (4) keresztül a mérendő nyomás hatni kezd a membrán egyik oldalára, a membrán alakváltozása miatt (ez 1500 bar nyomáson hozzávetőleg 20 μm) a nyúlásmérő bélégek megváltoztatják elektromos ellenállásukat.

A mérőhíd 0...80 mV kimenő feszültsége egy összekötő vezetéken keresztül a szenzor belsejében található feldolgozó áramkörbe (2) kerül. Ez utóbbi a híd jelfeszültségét 0...5 V közötti értékre erősíti, majd továbbítja a vezérlőegység felé, amely a benne tárolt jelleggörbe alapján (2. ábra) számítja a nyomást.



1. ábra

- 1 Elektromos csatlakozó
- 2 Kiértékelő kapcsolás
- 3 Acélmembrán nyúlásmérő bélégekkel
- 4 Mérőcsatlakozó
- 5 Rögzítő menet



Nyomásszabályzó szelep

Feladata

A nyomásszabályzó szelep feladata, hogy a rail-csőben lévő nyomást a motor terhelési állapotának (munkapontjának) megfelelően beállítsa és megtartsa:

- Túl nagy rail-nyomás esetén kinyit, a tüzelőanyag egy része ekkor a gyújtóvezetéken keresztül visszajut a tartályba.
- Túl alacsony nyomás esetén lezár, így elválasztja egymástól a nagynyomású és a kisnyomású kört.

Felépítés

A nyomásszabályzó szelep (1. ábra) rögzítő karimájával a nagynyomású szivattyúra vagy a rail-csőre erősíthető. A hengeres mozgórész (5) egy szelepgolyót (6) nyom a szeleptükrökre, amivel leválasztja egymástól a nagynyomású és a kisnyomású oldalt: előbbire a szeleprugó (2) előfeszítési ereje, másrészt az elektromágnes (4) hat egyidejűleg.

A kenéshez, illetve a hő elvezetésére a teljes mozgórészt tüzelőanyag veszi körül.

Működési elv

A nyomásszabályzó-szelepnek két szabályzóköre van:

- egy lassabb, elektromos szabályzó kör, amelynek segítségével változó értékű átlagnyomás lehet beállítani a rail-csőben, valamint
- egy gyorsabb, hidraulikus-mechanikus szabályzó kör, amely a nagyfrekvenciájú nyomáslengéseket egyenlíti ki.

Nem működő nyomásszabályzó szelep

A rail-csőben, vagy a nagynyomású szivattyú kimenetén létrejövő nagy nyomás a nyomásszabályzó szelep nagynyomású bemenetére hat. Mivel árammentes állapotban az elektromágnes nem fejt ki erőt, ezért a nagy nyomás legyőzi a rugóerőt, a nyomásszabályzó szelep kinyit, és a szállított mennyiségnek megfelelően kisebb-nagyobb keresztmetszet van nyitva. A rugót úgy méretezik, hogy ilyen esetben hozzávetőleg 100 bar nyomás alakuljon ki.

Működő nyomásszabályzó szelep

Amenyiben meg kell növelni a nagynyomású körben lévő nyomást, a rugó előfeszítési ereje mellett mágneses erő is létre kell hozni. A nyomásszabályzó szelep vezérlést kap, ezáltal bezáródik, mindaddig, míg a növekvő nagynyomás által létrejövő erő, valamint a mágnes és a rugó együttes ereje erőegyensúlyba nem kerül. Ekkor a szelep kinyit, így a nyomást állandó értéken tartja. Amennyiben a nagynyomású szivattyú által szállított mennyiség megváltozik, vagy az injektorokon keresztül tüzelőanyag távozik a rendszerből, ennek hatását a nyílás keresztmetszetének változása ellensúlyozza. Az elektromágnesben ébredő erő a vezérlőárammal arányos. A vezérlőáram változtatását a vezérlő jel impulzusszélesség-modulációjával (kitöltési tényezővel) valósítják meg. Az ütemesen változó jel 1 kHz-es frekvenciája elegendően nagy ahhoz, hogy a mozgórész zavaró mozgásait, illetve a rail-csőben kialakuló nyomáslengéseket el lehessen kerülni.

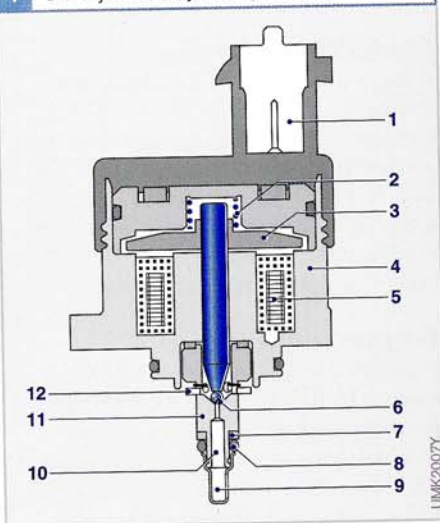
Kivitelek

Az első generációhoz tartozó common rail rendszereknél a DRV1 nyomásszabályzó szelepeket alkalmazzák. A 2-dik és 3-dik generáció a kétállítóműves elvet használja, amelynél

1. ábra

- 1 Elektromos csatlakozó
- 2 Szeleprugó
- 3 Mozgórész
- 4 Szelepház
- 5 Mágneskereszt
- 6 Szelepgolyó
- 7 Támasztó gyűrű
- 8 O-gyűrű
- 9 Szűrő
- 10 Nagynyomású betáp
- 11 Szeleptest
- 12 Kifolyás az alacsony nyomású kör felé

1 DRV1 nyomásszabályzó-szelep (metszet)



a rail-csőben lévő nyomást egyrészt az adagoló egységgel, másrészt pedig a nyomásszabályzó szeleppel állítják be. Ebben az esetben a DRV2 nyomásszabályzó-szelepet, vagy a megnövelt nyomású DRV3 változatot építik be. Ennek a szabályzási stratégiának az alkalmazásával kisebb a tüzelőanyag felmelegedése, ezért el lehet hagyni annak visszahűtését.

A DRV2/3 (2. ábra) a következőkben különbözik a DRV1-től:

- szilárd (fém a fémen) tömítés a nagynyomású csatlakozásnál (éltömítés),
- optimalizált mágneses kör (kisebb áramfelvétel),
- flexibilis beépítési koncepció (a csatlakozó helye szabadon választható).

Nyomáskorlátozó (lefúvató) szelep

Feladata

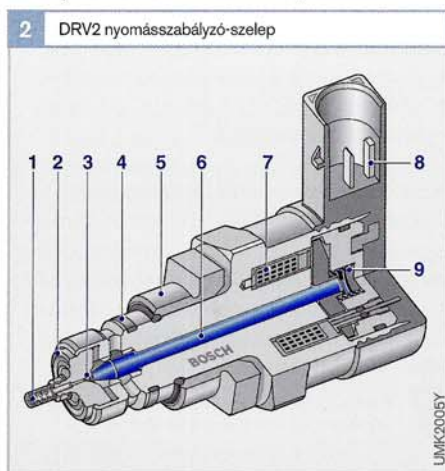
A lefúvató szelep feladata szerint nyomáskorlátozó szelepként működik, az újabb rendszerek belső lefúvató szelepeinek vészüzemi funkciójuk is van. A szelep úgy határolja rail-ben kialakuló nyomást, hogy túl nagy terhelés esetén szabaddá tesz egy kifolyó nyílást. A vészüzemi funkcióval megoldható, hogy a rail-csőben megmarad egy adott értékű nyomás, így korlátozásokkal ugyan, de tovább lehet autózni.

Felépítés és működési elv

A nyomáskorlátozó szelep (3. ábra) mechanikus működésű alkatrész. A következő alkotóelemei vannak:

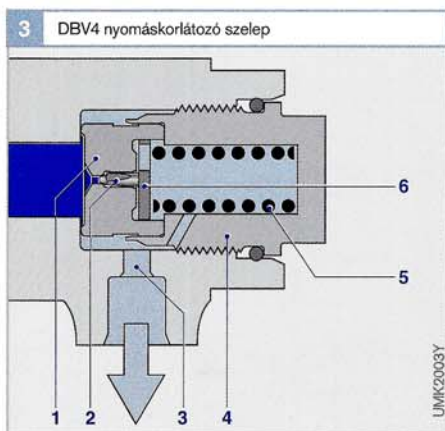
- egy külső menettel ellátott ház, amelyet a rail-be lehet csavarozni,
- egy csatlakozó a visszafolyó vezetékre, ami a tüzelőanyagtartályhoz visz (3),
- egy mozgó dugattyú (2) és
- egy nyomórugó (5).

A ház rail-hez csatlakozó oldalán egy furat van, amelyet a ház belsejében lévő szeleptárcsákra felfekvő kúpos végű dugattyú elzár. Normál üzemi nyomás esetén egy rugó jól tömítetten nyomja a dugattyút az ülékre, így az zárva marad. A maximálisan megengedett nyomás túllépése esetén a dugattyút a rail-csőben lévő nyomás a rugó ellenében kimozdítja. Így a tüzelőanyag a dugattyú csatornáin keresztül a tüzelőanyag-tartályba kerül vissza. A szelep nyitásával a tüzelőanyag kijut a rail-csőből; az eredmény a rail-nyomás csökkenése.



2. ábra

- 1 Szűrő
- 2 Tömítő
- 3 Szeleppengő
- 4 O-gyűrű
- 5 Menetes hüvely, rugalmas gyűrűvel rögzítve
- 6 Mozgó rész
- 7 Mágneskeres
- 8 Elektromos csatlakozó
- 9 Szeleprugó



3. ábra

- 1 Szeleppet
- 2 Szelepdugattyú
- 3 Kisnyomású tartály
- 4 Szeleptest
- 5 Nyomórugó
- 6 Szeleptárcsa

Porlasztó fűvókák

A porlasztó fűvóka a tüzelőanyagot a motor égésterébe fecskendezi be. Nagy mértékben befolyásolja a keverékképzést és az égés lefolyását, ezáltal pedig a motor teljesítményét, az emissziós értékeket, valamint a zajkibocsátást. Ahhoz, hogy a porlasztó fűvókák optimálisan teljesíthessék feladatukat, mindig a motor befecskendező rendszeréhez illeszkedő kivitel kell alkalmazni.

A porlasztó fűvóka (a következőkben röviden fűvóka) a befecskendező rendszer központi eleme, amelynek gyártása komoly műszaki know-how-t igényel. A fűvókának jelentős szerepe van:

- a befecskendezés lefutásának alakításában (a főtengelyszög minden fokára vetített pontos nyomáslefutás és mennyiségi eloszlás),
- a tüzelőanyag optimális porlasztásában és elosztásában az égésterben, valamint
- a tüzelőanyag-rendszer és az égéster közötti tömítés megvalósításában.

A fűvókák az égésterben elfoglalt helyzetükből kifolyólag a motor és a befecskendező rendszer részéről folyamatosan változó mechanikus és termikus igénybevételnek vannak kitéve. A fűvókát az átáramló tüzelőanyagnak kell hűtenie. Tolóüzemben, amikor nincs befecskendezés, a porlasztó fűvókán nagy mértékben megemelkedik a hőmérséklet. A fűvóka anyagának hőmérséklettűrését ezért erre a munkapontra kell tervezni.

A soros adagolószivattyúval (PE), elosztó-rendszerű adagolóval (VE/VR), illetve adagoló-nyomócső-porlasztó egységgel (UP) szerelt motorok esetében a fűvókát porlasztótartóval építik a motorba (1. ábra).

A common rail (CR) és az adagoló-porlasztó (UI) nagynyomású befecskendező rendszerek esetében a fűvóka az injektorba van integrálva. Ezeknél a rendszereknél nincs szükség külön porlasztótartóra.

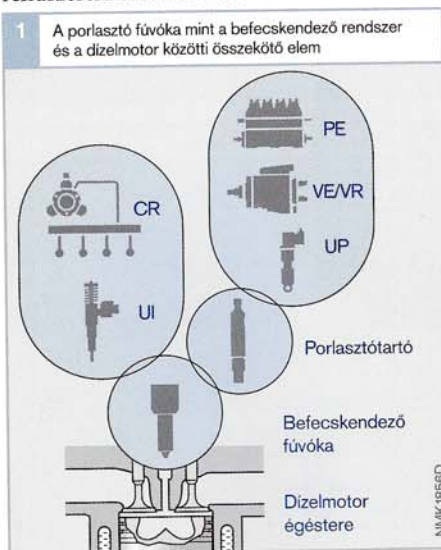
Az előkamrás motorokon (IDI) csapos fűvókát, a közvetlen befecskendezéses (DI) rendszereknél pedig furatos fűvókákat alkalmaznak.

A fűvókát a tüzelőanyag-nyomás nyitja ki. A befecskendezett mennyiséget túlnyomórészt a fűvóka furatai, a befecskendezés időtartama és a befecskendezés lefutása határozza meg. Miután csökkenni kezd a nyomás, a fűvókának gyorsan és biztosan kell lezárnia. A zárási nyomásnak legalább 40 bar-ral a maximális égési nyomás fölött kell lennie, hogy a nem kívánt utóbefecskendezést és a füstgázok visszarámlását meg lehessen akadályozni.

A fűvókát a különféle motortípusoknak megfelelően kell megválasztani:

- égetési eljárás (DI vagy IDI),
- az égéster geometriája,
- a befecskendezett sugár alakja és a sugár iránya,
- a tüzelőanyag-sugár „behatolási ereje” és porlasztása,
- a befecskendezés időtartama, valamint
- a főtengelyszög egyes fokaira jutó befecskendezett mennyiség.

Szabványosított méretek és részegységek teszik lehetővé a flexibilis tervezést, minimális egyedi alkatrész felhasználása mellett. Újabb motorokat a kisebb tüzelőanyag-felhasználás mellett elérhető nagyobb teljesítmény miatt már kizárólag közvetlen befecskendezéses rendszerekkel terveznek.



Méretek a dízel befecskendezésnél

A dízel befecskendezés a szélsőségek világa.

Egy haszongépjármű dízelmotorba épített fúvókát „élettartama” során több mint 1 milliárd nyitási-zárási folyamatot végez. Egészen 2050 bar nyomásig biztosan kell zárnia – e közben sok mindent ki kell bírnia:

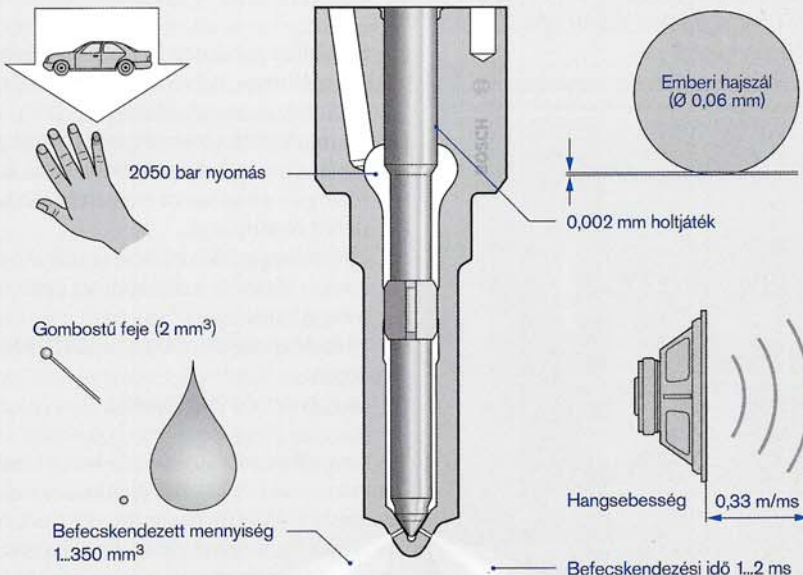
- elviseli a gyors nyitások és zárások okozta lökéseket (személygépkocsik esetében az elő- és utóbefecskendezésekkel együtt ez percenként akár 10000-szer is bekövetkezhet),
- a befecskendezés során ellenáll az áramlás okozta nagy terheléseknek, valamint
- az égéstérben uralkodó nagy nyomásnak és magas hőmérsékletnek.

A korszerű porlasztó fúvókák teljesítményét a következő analógiákkal tehetjük szemléletesebbé:

- A fúvóka belsejében a nyomás eléri a 2050 bar értéket. Ez a nyomás akkor jönne létre, ha egy felső osztályba tartozó gépkocsit a kisujjunk körmére helyeznénk.

- A befecskendezés időtartama 1...2 milliszekundum (ms). Egy milliszekundum alatt a hang mindössze 33 centiméterre távolodik el a hangszórótól.
- Személygépkocsiknál a befecskendezett mennyiség 1 mm^3 (elő-befecskendezés) és 50 mm^3 (teljes terhelési mennyiség) között változik; haszongépjárműveknél pedig 3 mm^3 (elő-befecskendezés) és 350 mm^3 (teljes terhelési mennyiség) közé esik; 1 mm^3 egy fél gombostűfej térfogatának felel meg. 350 mm^3 ugyanakkor 12 nagy esőcsepp térfogatával azonos (cseppenként 30 mm^3 -vel számolva). Ez a mennyiség 2 ms alatt, 2000 km/h sebességgel préselődik át egy $0,25 \text{ mm}^2$ -nél kisebb keresztmetszetű furaton!
- A fúvókátú játéka a vezető furatban $0,002 \text{ mm}$ ($2 \mu\text{m}$). Egy emberi hajszál ennél 30-szor vastagabb ($0,06 \text{ mm}$).

Ezeknek a rendkívüli tulajdonságoknak a teljesítéséhez nagyon komoly know-how-ra van szükség a fejlesztés, az alanyanyagok előállítása, a gyártás és a mérés technika területén.



Furatos porlasztó fűvókák

Alkalmazás

Furatos porlasztó fűvókákat azokon a motorokon alkalmaznak, amelyek a közvetlen befecskendezés elvén (Direct Injection, DI) működnek. A beépítési helyzet legtöbbször a motor konstrukciójából adódik. A befecskendező furatok különböző dőlésszöget zárhatnak be a fűvóka tengelyével, az égéstér kialakításának megfelelően (1. ábra). A furatos porlasztó fűvókák két csoportra oszthatók:

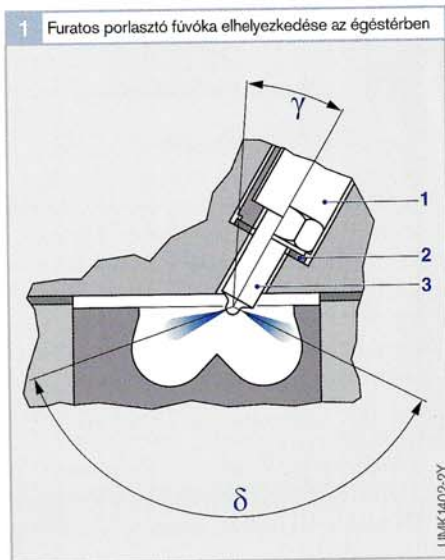
- zsákfuratos fűvókák és
- ülékfuratos fűvókák.

Ezen kívül a furatos porlasztó fűvóka méretosztályokba is sorolható:

- *P típus*, amelynek tűátmérője 4 mm (zsákfuratos és ülékfuratos kivitel) vagy
- *S típus*, amelynek tűátmérője 5 és 6 mm (zsákfuratos kivitel nagy motorok számára).

Az adagoló-porlasztó (UI) és common rail (CR) nagynyomású befecskendező rendszerek esetében a furatos porlasztó fűvóka az injektorba van integrálva. Ez utóbbi tölti be a porlasztótartó szerepét is.

A furatos porlasztó fűvókák nyitónyomása 150...350 bar között van.



1. ábra

- 1 Porlasztótartó vagy injektor
- 2 Töltő gyűrű
- 3 Furatos porlasztó fűvóka

γ Dőlésszög

δ Befecskendezés kúpszöge

Felépítés

A befecskendező furatok (2. ábra, 6.) a fűvóka csúcsának (7) falában vannak kialakítva. A furatok száma és átmérője a következőktől függ:

- a szükséges befecskendezési mennyiség,
- az égéstér alakja, valamint
- az égéstérben kialakuló perdület (örvények).

A befecskendező furatok átmérője belül valamivel nagyobb, mint kívül. Ezt a különbséget az úgynevezett k-tényező definiálja. A befecskendező furatok beömlő éleit hidroeróziós (HE) megmunkálással le lehet kerekíteni. Azokon a pontokon, ahol nagy áramlási sebességek alakulnak ki (a befecskendező furat beömlő élénél), a HE-közegben található csi-szolóanyag-részecskék lekerekítik az éleket.

A HE-megmunkálást a zsákfuratos és az ülékfuratos porlasztó fűvókáknál egyaránt lehet alkalmazni. A megmunkálás célja, hogy

- az áramlási veszteséget csökkentsék,
- a tüzelőanyagban található koptató hatású (abrazív) részecskék által okozott élkopást megelőzzék, és/vagy
- növeli az átfolyó mennyiség pontosságát (tűrését)

A fűvókákat gondosan kell megválasztani az adott motorhoz. A fűvóka kiválasztásában a következők játszanak szerepet:

- a befecskendezett mennyiség pontos adagolása (befecskendezés időtartama és a főtengely-elfodulásra vetített befecskendezett mennyiség),
- a tüzelőanyag előkészítése (sugarak száma, a sugár alakja és a tüzelőanyag porlasztása a sugárban),
- a tüzelőanyag eloszlása az égéstérben, valamint
- az égéstér felé való tömítés.

A nyomókamrát (10) elektro-kémiai megmunkálással (ECM) alakítják ki. Ennek során az előfűrt fűvókatestbe egy elektródot vezetnek be, amelyet elektrolyt oldat vesz körül. Az elektromosan pozitívan feltöltött fűvókatestről így anyag válik le (anódos oldás).

Kivitelek

A fúvókátű üléke alatti térfogatban lévő tüzelőanyag az égés után elpárolog, amivel jelentős mértékben megnöveli a motor szénhidrogén-kibocsátását. Ebből kifolyólag lényeges, hogy ez a térfogat (maradék térfogat vagy káros térfogat) a lehető legkisebb legyen.

Ezen kívül a fúvókátű ülék és a csúcs geometriája döntően befolyásolja a fúvóka nyitási és zárási viselkedését. Ennek pedig a motor korom- és NO_x -kibocsátására van hatása.

A motor és a befecskendező rendszer követelményei miatt figyelembe vett tényezők különféle fúvóka-kivitelek eredményeztek.

Alapvetően két csoport létezik:

- zsákfuratos fúvókák és
- ülékfuratos fúvókák.

A zsákfuratos fúvókák esetében különféle változatokat találunk.

Zsákfuratos fúvóka

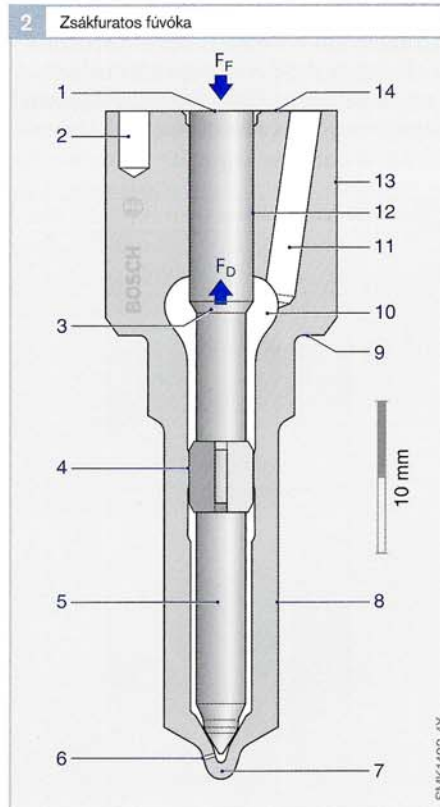
A zsákfuratos fúvóka befecskendező furatai (2. ábra, 6.) egy zsákfurat körül helyezkednek el.

Gömb alakú csúcs esetében a befecskendező furatokat a választott technológia szerint mechanikusan vagy szikrafor-gácsolással fúrják ki.

A kúpos csúcsú zsákfuratos fúvókákat általában szikrafogácsolással munkálják meg.

A zsákfuratos porlasztófúvókák különböző méretű zsákfurattal készülnek, hengeres és kúpos kialakítással.

Azoknál a hengeres zsákfuratú és gömbölyű csúcsú porlasztófúvókáknál (3. ábra), amelyeknél a furat egy hengerből és egy félgömbből áll, a furatok számát, hosszát és a befecskendezési kúpszöget tekintve nagyon nagy a tervező szabadsága. A fúvóka csúcsa szintén félgömb alakú, ez pedig – a zsákfurat alakjával együttesen – azonos hosszúságú furatokat eredményez.

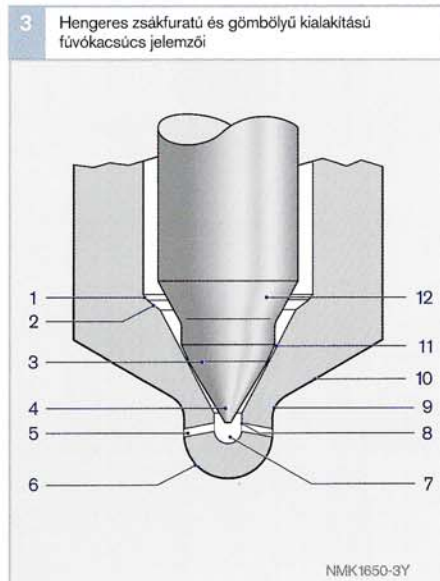


2. ábra

- 1 Ütközési felület
- 2 Tájoló csap furata
- 3 Nyomófelület
- 4 Másodlagos tüvezető felület
- 5 Fúvókátű szára
- 6 Befecskendező furat
- 7 Fúvóka csúcsa
- 8 Fúvókatest szára
- 9 Fúvókatest válla
- 10 Nyomókamra
- 11 Betápfurat
- 12 Tü vezető furata
- 13 Fúvóka gallérja
- 14 Tömítő felület

F_F Rugóerő

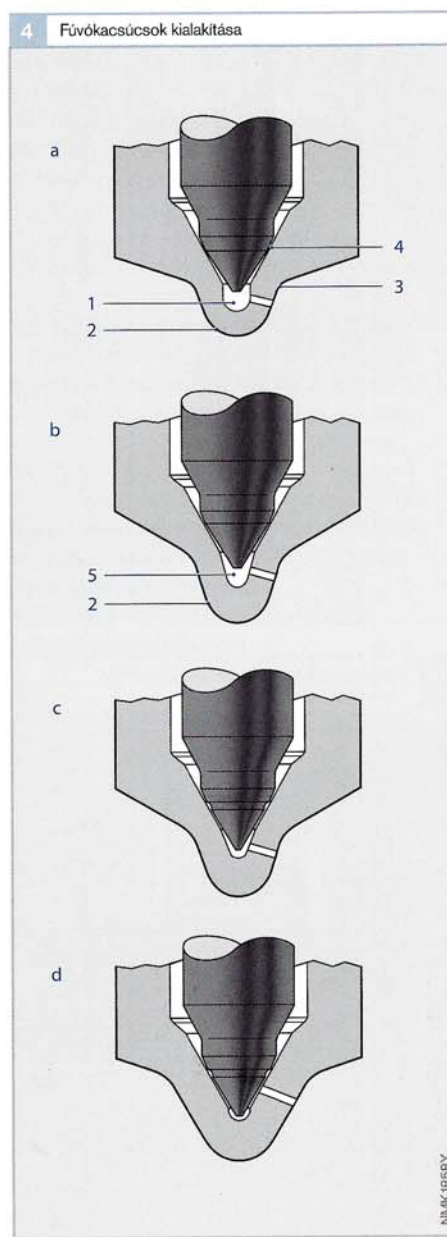
F_D Tüzelőanyag-nyomásból származó erő a nyomófelületen



3. ábra

- 1 Hajlat
- 2 Ülék bevezető része
- 3 Tü üléke
- 4 Tü csúcsa
- 5 Befecskendező furat
- 6 Gömbölyű csúcs
- 7 Hengeres zsákfurat (maradék térfogat)
- 8 Befecskendező furat belépő ele
- 9 Külső átmenet sugara
- 10 Fúvókacsúcs kúpos része
- 11 Ülék a fúvókatestben
- 12 Csillapító kúp

Hengeres zsákfuratú és kúpos csúcsú fúvókák (4.a ábra) csak 0,6 mm-es furathosszúságban léteznek. A csúcs kúpos alakja megnöveli annak szilárdságát, mivel a csúcs átmeneti lekerekítése (3) és a fúvókatest üléke (4) közötti falvastagság nagyobb.



A kúpos zsákfuratú és kúpos csúcsú fúvókák (4.b ábra) kisebb a maradék térfogatuk, mint egy hengeres zsákfuratúnak. Zsákfuratának térfogatával az ülékfuratos porlasztó fúvóka és a hengeres zsákfuratú fúvóka között helyezkedik el. A csúcs egyenletes falvastagságának betartása érdekében a csúcsot a zsákfuratnak megfelelő kúposítással munkálják meg.

A zsákfuratos fúvóka továbbfejlesztett változata a mikrozsákfuratos porlasztófúvóka (4.c ábra). Ennek zsákfurata hozzávetőleg 30%-kal kisebb, mint a hagyományos zsákfurat. Ez a fúvóka főként a common rail rendszereknél alkalmazható, amelyeknél a tűlöket viszonylag lassú, ezért nyitáskor valamivel hosszabb ülékfójtással működnek. A mikrozsákfuratos porlasztófúvóka jelenleg a legjobb kompromisszum a common rail rendszerek számára, mivel viszonylag kicsi a káros térfogata, és a nyitáskor tapasztalható sugáreloszlása.

Ülékfuratos porlasztó fúvóka

A maradék térfogat – és ezzel a szénhidrogén-emisszió – minimalizálásának céljából a befecskendező furat bemenő nyílása a fúvókatest ülékében van kialakítva. Zárt fúvóka esetén a fúvókát teljesen lezárja a befecskendező furatok bemenetét, ezért nincs közvetlen kapcsolat a zsákfurat és az égéster között (4.d ábra). A zsákfurat térfogata a zsákfuratos fúvókához viszonyítva nagy mértékben le van csökkentve. Az ülékfuratos porlasztó fúvókának a zsákfuratoshoz képest lényegesen kisebb a terhelhetősége, ezért csak 1 mm-es furathosszúsággal lehet előállítani. A csúcs kúposra van kiképezve. A befecskendező furatokat általánosan szikraforgácsolással munkálják meg.

Különleges befecskendező furat geometriával, másodlagos tűvezetéssel, vagy a fúvókátú komplex kialakításával mind a zsákfuratos, mind pedig az ülékfuratos porlasztócsúcsok esetében tovább lehet javítani a sugarak eloszlását, ezáltal pedig a keveréképést.

Hővédelem

A furatos porlasztó fúvókák üzemi hőmérsékleti határa kb. 300°C (az anyag hőtűrő képessége). Különösen nehéz üzemi körülmények esetén hővédő hüvelyeket lehet alkalmazni, a nagy motorokba pedig akár hűtött porlasztó fúvókákat is be lehet építeni.

Az emisszióra gyakorolt hatás

A fúvóka geometriájának közvetlen kihatása van a motor károsanyag-kibocsátására:

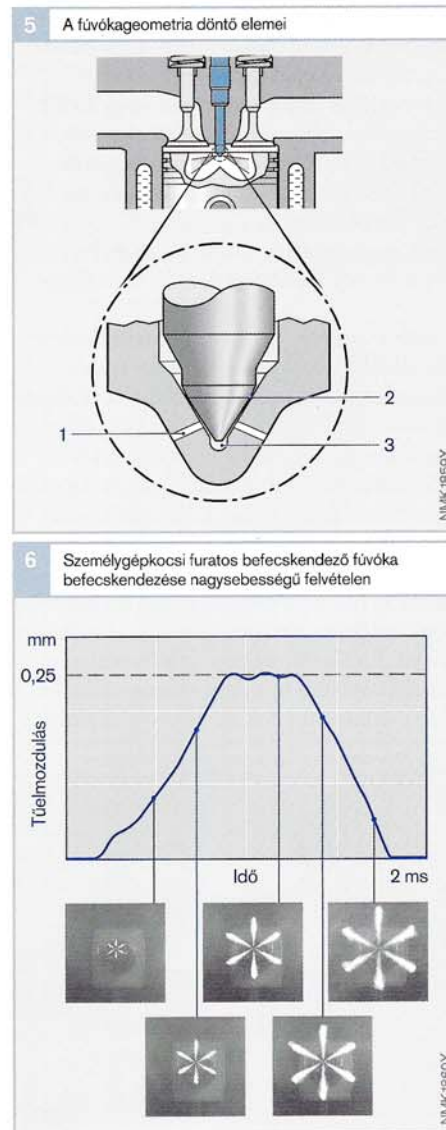
- A befecskendező furatok geometriája (5.ábra, 1.) a részecske és az NO_x emissziót befolyásolja.
- Az ülék geometriája (2) a pilot-mennyiségre (a befecskendezés kezdetén bejutott mennyiség) gyakorolt hatása miatt a motor zajkibocsátását jelentősen befolyásolja. A befecskendező furat és az ülékgeometria optimalizálásának célja, hogy gyártástechnológiailag megvalósítható módon a lehető legkisebb túrésekkel lehessen kialakítani a robosztus felépítést.
- A zsákfurat geometriája (3) – amint már említettük – a szénhidrogén-kibocsátást befolyásolja. A porlasztó fúvókák „építőköve” a konstruktor mindig az adott motorhoz és a járműhöz optimális változatot tudja kiválasztani.

Ennek során lényeges, hogy a fúvóka pontosan a gépkocsihoz, a motorhoz és a befecskendező rendszerhez legyen illesztve. Szervizelés esetén kizárólag az eredeti típusú alkatrészeket szabad beszerezni, hogy a motor teljesítménye és a károsanyag-emisszió ne romoljon.

Porlasztási sugárformák

A személygépkocsi-motorok befecskendezett sugara általánosan hosszú és keskeny, mivel ezekben a motorokban az égéstérben jelentős a levegő perdülete. A haszongépjárművek esetében a perdület sokkal kisebb. Ezért itt rövid és kiszélesedő sugarat alkalmaznak. A befecskendezett sugaraknak még nagy perdület esetében sem szabad egymással szembetalálkoznuk, ebben az esetben ugyanis a tüzelőanyag olyan tartományokba kerülhetne, amelyekben már folyamatban

van az égés, így levegőhiány jönne létre. Ez koromképződéshez vezetne. A furatos porlasztó fúvókák személygépkocsik és haszongépjárművek esetében maximálisan 6, illetve 10 furat található. A jövőbeni fejlesztések célja, hogy a tüzelőanyag még finomabb elosztása érdekében a befecskendező furatok számát tovább növeljék, átmérőjüket pedig csökkentsék (< 0,12 mm).



5. ábra

- 1 Befecskendező furat geometriája
- 2 Ülék geometriája
- 3 Zsákfurat kialakítása

A porlasztó fúvókák továbbfejlesztése

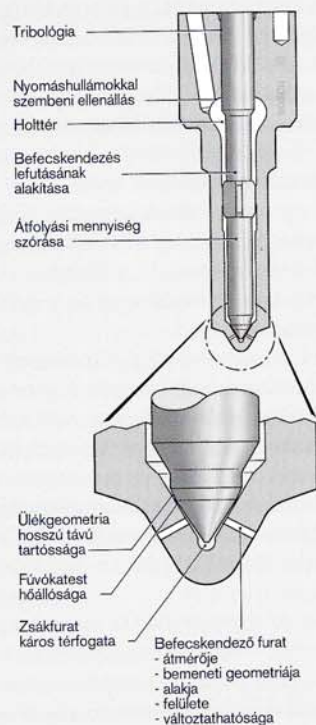
A korszerű, nagy teljesítményű motorok és az új funkciókat (például többszörös befecskendezést) megvalósító befecskendező rendszerek rendkívül dinamikus fejlődését szem előtt tartva a fúvókákat folyamatosan tovább kell fejleszteni. Ehhez több olyan kiindulási irány is létezik, amelyek mentén a fúvókák innovatív változtatásával tovább lehet tökéletesíteni a dízel-motorokat. A legfontosabb célok a következők:

- a motoron belüli károsanyag keletkezés mérséklése annak érdekében, hogy a költséges kipufogógáz utókezelési eljárások iránti igényt (például a részecskeszűrők alkalmazását) csökkenteni lehessen, esetleg el lehessen hagyni,
- a tüzelőanyag-fogyasztás csökkentése,
- a motorok zajkibocsátásának mérséklése.

A befecskendező fúvóka továbbfejlesztése során több fő kutatási irány létezik (1. ábra) valamint különféle fejlesztési eszközök (2. ábra) vannak. Folyamatosan fejlesztenek új anyagokat is a tartós üzemeltetés kiterjesztésére. A többszörös befecskendezés bevezetésének szintén volt hatása a fúvókák kialakítására.

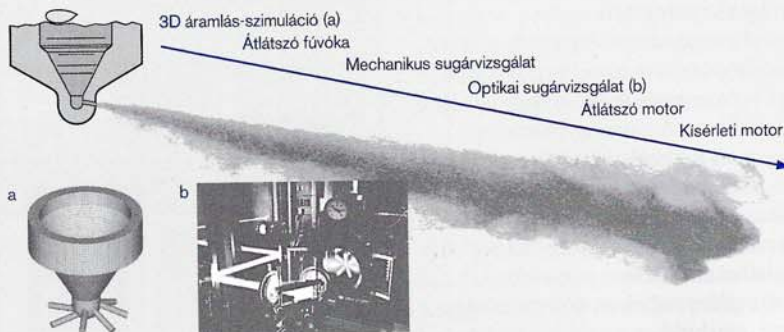
A hagyományostól eltérő tüzelőanyagok (például: mesterséges-tüzelőanyagok) használata az eltérő viszkozitás, illetve áramlási tulajdonságok miatt befolyásolja a fúvóka alakját. Ezek a változtatások részben új gyártási eljárásokat is igényelnek, mint például a befecskendező furatok lézeres megmunkálása.

1 Befecskendező fúvóka fejlesztésének lényeges elemei



NMIK1861Y

2 Befecskendező fúvóka fejlesztésének eszközei



NMIK1862D

A dízel befecskendezés rendkívül precíz technika

A dízelmotorokkal kapcsolatban a laikusok sokkal inkább gondolnak a durva gépgyártásra, mint a finommechanikára.

A dízel befecskendezés korszerű részegységei rendkívül precíz alkatrészekből állnak, amelyek ugyanakkor nagy igénybevételnek vannak kitéve.

A porlasztó fúvóka a befecskendező rendszer és a motor közötti kapcsolódási pont. A motor teljes élettartama alatt pontosan kell nyitnia és zárnia. Zárt állapotban nem jelenhet meg szivárgás. Ez megnövelné a tüzelőanyag fogyasztást, lerontaná a kipufogógáz emissziót, vagy akár motorkárosodásokat is okozhatna.

Ahhoz, hogy a korszerű befecskendező rendszerekben, mint például a VR (VP44), CR, UPS és az UIS, (akár 2050 bar nyomásnál) biztosan tömítsenek, különleges kialakításuk van, amit nagyon pontosan kell megmunkálni.

Néhány példa ennek szemléltetésére:

- Ahhoz, hogy a fúvókatest (1) tömítő felülete biztosan tömítsen, maximális alaki eltérése 0,001 mm (1 μ m). Ez azt jelenti, hogy hozzávetőleg 4000 fématom-réteg vastagságának megfelelő pontossággal kell megmunkálni!
- A fúvókátű és a fúvókatest (2) közötti játék 0,002...0,004 mm (2...4 μ m). Az alaki eltérések a finommegmunkálásnak köszönhetően kisebbek, mint 0,001 mm (1 μ m).

A fúvókák finom befecskendező furatait (3) a gyártás során szikraforgácsolással fúrják. Az eljárás során a fém a munkadarab és egy elektród között átütő szikra olyan magas hőmérsékletet hoz létre, amittől a fém elgőzölög. Pontos elektródokkal és a paraméterek gondos beállításával a 0,12 mm átmérőjű furatokat nagyon precízen lehet elkészíteni. A befecskendező furatok átmérője így csak kétszer akkora, mint egy emberi hajszál vastagsága (0,06 mm). A jobb befecskendezési tulajdonságok érdekében a befecskendező furatok beömlő élét egy különleges folyadék átáramoltatásával kerekítik le (hidroeróziós megmunkálás).

A rendkívül csekély tűrések különleges, nagy pontosságú mérési eljárásokat igényelnek, mint például:

- az optikai elven működő, 3D koordináta-mérő-rendszer a befecskendező furatok mérésére, vagy
- lézerinterferometria a fúvóka tömítőfelületének ellenőrzésére.

A dízel befecskendező részegységek gyártása tehát nagy sorozatban végzett „hightech” műveletekből áll.

Ezekon a helyeken van szükség fokozott pontosságra



NIMK1709-2Y

- 1 A fúvókatest tömítő felülete
- 2 A fúvókátű és a fúvókatest közötti játék
- 3 Befecskendező furat

Nagynyomású összekötő elemek

A nagynyomású tüzelőanyag-vezetékek és azok csatlakozói a soros adagolószivattyúk, az elosztórendszerű adagolók és a UPS (adagoló-nyomócső-porlasztó) esetében a befecskendező-szivattyút és a porlasztótartó-kombinációkat kapcsolják össze.

A common rail rendszerénél a nagynyomású szivattyú és a rail, valamint a rail és az injektorok közötti kapcsolatot biztosítják. A hengerenkénti adagoló-porlasztó rendszerénél nincs szükség nagynyomású csövezetésekre.

Nagynyomású csatlakozók

A nagynyomású csatlakozóknak a maximális rendszernyomás esetén is biztosan kell tömíteniük. A következő csatlakozási módokat különböztetjük meg:

- tömítőkúp hollandi anyával,
- nyomócsőcsonk és
- traversz.

Tömítőkúp hollandi anyával

A „tömítőkúp és hollandi anya” (1. ábra) típusú csatlakozásokat mindegyik fentebb említett befecskendező rendszerénél alkalmazták. A csatlakozási módszer előnyei:

- Egyszerűen illeszthető az adott befecskendező rendszerre.
- A csatlakozást többször meg lehet húzni, illetve oldani.

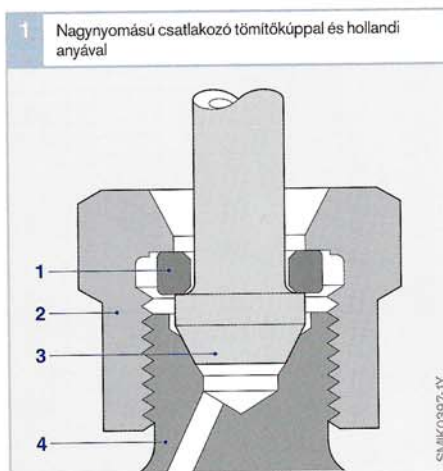
1. ábra

- 1 Nyomótárcsa
- 2 Hollandi anya
- 3 Nagynyomású tüzelőanyag-vezeték tömítőkúpjá
- 4 Befecskendező-szivattyú vagy porlasztótartó csatlakozó csőcsonkjá

2. ábra

- 1 Tömítő felület

- d Cső külső átmérője
 d_1 Cső belső átmérője
 d_2 Kúp belső átmérője
 d_3 Kúp külső átmérője
 k Kúp hossza
 R_1, R_2 Sugarak



- A tömítőkúpot az alkatrész anyagából lehet kialakítani.

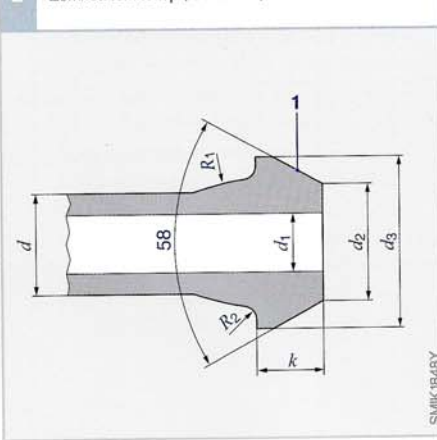
A nagynyomású csövezeték végén található a csőből zömített tömítő kúp (3). A hollandi anya (2) a csatlakozóba préseli (4) a tömítő-kúpot, ezzel biztosítja annak tömítését. Egyes esetekben a csatlakozásnál kiegészítő alátétet is alkalmaznak (1). Ez utóbbi a hollandi anya nyomását egyenletesen osztja el a tömítőkúp felületén. A tömítőkúpnál nem lehetnek a tüzelőanyag áramlását akadályozó szűkítések. A csöveken többnyire a DIN 73 365 szabvány szerint kialakított zömített tömítőkúpot alkalmaznak (2. ábra).

Nyomócső csatlakozócsonk

Csatlakozócsonkot (3. ábra) a nehézgépjárművek adagoló-nyomócső-porlasztó, illetve common rail rendszereinél alkalmaznak. A csatlakozócsonkok használata esetén a tüzelőanyag-vezeték nem kell a hengerfej körül vezetni a porlasztótartóhoz, illetve az injektorhoz. Ez rövidebb kialakítású tüzelőanyag-vezetékek beépítését jelenti, aminek helytakarékosági és szerelési előnyei vannak.

A csavarmentes csatlakozás (8) a csatlakozócsonkot (3) közvetlenül a porlasztótartóra (1), illetve az injektorra szorítja. Az alkatrészben egy gondozásmentes rúdászűrő is

2 Zömített tömítőkúp (fő méretek)



található (5), amely a tüzelőanyagban lévő durvább szennyeződést tartja vissza. A másik vége egy hagyományos csatlakozó kúppal van ellátva, itt hollandi anya (6) rögzíti a nagynyomású vezetékét (7).

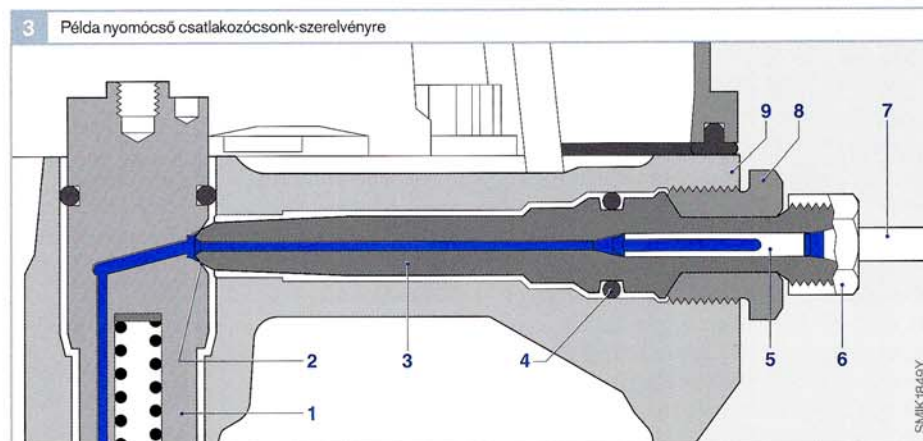
Traverz

Egyes személygépkocsiknál traverzeket (4. ábra) használnak. Ez a megoldás szűk helyen is alkalmazható. A traverzben a tüzelőanyag betáplálására és visszaszállítására szolgáló furatok (9, 7) vannak kialakítva. A traverzet csavar (1) nyomja a porlasztótartóra (5), ezáltal jön létre a tömítés a két alkatrész között.

Nagynyomású tüzelőanyag-vezetékek

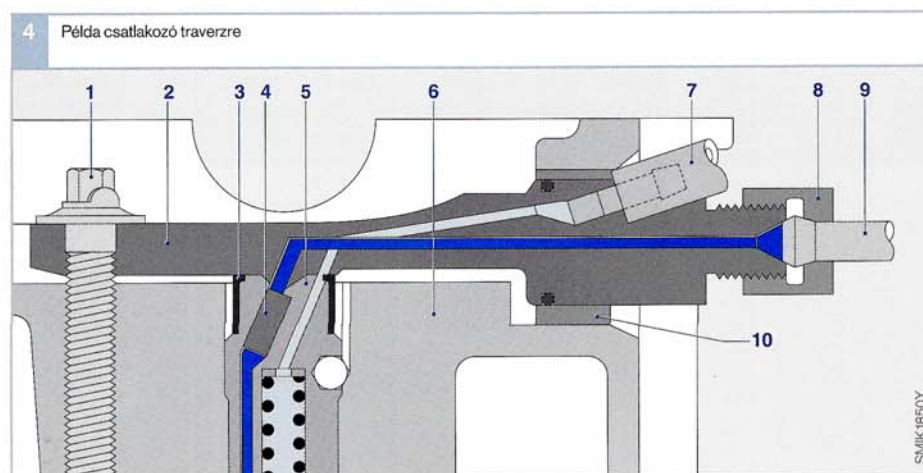
A nagynyomású tüzelőanyag-vezetékek („nyomócsövek”) a maximális rendszernyomást és a részben nagyfrekvenciás nyomáshullámokat is el kell viselniük. A varratmentes precíziós csövek anyaga temperált öntöttacél, kiemelten egyenletes mikrostrukturával.

A szivattyúk méretosztályától függően különböző méretekben készülnek (1. táblázat, lásd a következő oldalon). Az összes nagynyomású csővezetéknel kerülnek a kis ívű hajlításokat (a hajlítási sugár nem lehet kevesebb, mint 50 mm).



3. ábra

- 1 Porlasztótartó
- 2 Tömítőkúp
- 3 Csatlakozócsonk-szerelvény
- 4 Tömítés
- 5 Rúdszűrő
- 6 Hollandi anya
- 7 Nagynyomású tüzelőanyag-vezeték
- 8 Csavarmentes kötések
- 9 Hengerfej



4. ábra

- 1 Feszítő csavar
- 2 Traverz
- 3 Alakos tömítőgyűrű
- 4 Rúdszűrő
- 5 Porlasztótartó
- 6 Hengerfej
- 7 Tüzelőanyag visszaszállítás (résolaj-töltő)
- 8 Hollandi anya
- 9 Nagynyomású tüzelőanyag-vezeték
- 10 Kapcsolóelem

A nyomócsövek hossza, belső átmérője és falvastagsága befolyásolja a befecskendezés lefutását. A belső átmérő például a fojtóhatás következtében létrejövő veszteség és a kompressziós hatások miatt megváltoztatja a befecskendezett mennyiséget. Ebből kifolyólag pontosan az előírásoknak megfelelő vezetékátmérőt kell használni. Ezeket a későbbiekben a javítási munkák során sem szabad megváltoztatni. A hibás nagynyomású csövet kizárólag eredeti pótalkatrésszel szabad helyettesíteni. Mint a befecskendező rendszeren végzett összes karbantartási munkánál, itt sem juthat szennyeződés a rendszerbe.

A befecskendező rendszerek tervezésénél mindig arra törekednek, hogy a nyomócsövek a lehető legrövidebbek legyenek. A rövidebb nyomócsövek kedvezően befolyásolják a befecskendezést.

A befecskendezés során a csövekben nyomáshullámok jönnek létre, amelyek hangsebességgel terjednek tovább, a vezeték végén pedig visszaverődnek (hullámvisszaverődés). A common rail rendszernél az egymást gyorsan követő befecskendezések a kialakult nyomáshullámok miatt kölcsönösen befolyásolják egymást. Így például a főbefecskendezés mennyiségét az előbefecskendezés mennyisége és az előbefecskendezés időpontja. Ezt a hatást a jellegmezők megfelelő kialakításával, illetve nyomáshullám-korrektcióként szoftveresen lehet kiegyenlíteni.

A nagynyomású csővezetékek minden egyes hengernél azonos hosszúságúak. A befecskendező szivattyúk, illetve a rail-cső egyes kimenetei és a hozzá tartozó motorhenger között meglévő különböző távolságokat a nyomócsövek különböző mértékű hajlításával egyenlítik ki.

A nyomócsövek nyomáshullámokkal szemben tanúsított ellenállása elsősorban a cső belső falának felületi minőségétől függ. Amennyiben különösen nagy igénybevételnek vannak kitéve, úgy például *előfeszített nyomócsöveket* lehet alkalmazni (1400 bar fölötti alkalmazások esetén). Ezeket a csöveket a motorba szerelés előtt, már alakra hajlítva teszik ki lényegesen nagyobb nyomásnak (egészen 3800 barig). Ezután a nyomást hirtelen leépítik. Az eljárás során a nyomócső falának belső oldalán az anyag zömül, ennek következtében megnő a belső szilárdsága.

Gépkocsimotorokon a nyomócsöveket meghatározott távolságban elhelyezett tartókengyelekkel rögzítik. A külső rezgések ezáltal nem, vagy csak kis mértékben tevődnek át a csövekre.

A próbapadokon alkalmazott nyomócsövek nagyobb pontossággal készülnek.

1 A fontosabb nyomócsövek fő méretei mm-ben

	d_1	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,6	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
d																		
		Falvastagság s																
4 Cső külső átmérője	d	1,3	1,25	1,2														
d_1 Cső belső átmérője		1,8	1,75	1,7	1,6													
Választásánál előnyben kell részesíteni a vastagon szedett méreteket.			2,25	2,2	2,1	2	1,9	1,75	1,6	1,5								
						3	2,9	2,75	2,6	2,5	2,2	2						
								3,75	3,6	3,5	3,2	3	2,75	2,5				
										4,5	4,2	4	3,75	3,5				
												5	4,75	4,5	4		3	
														6	5,5	5	4,5	
																		5
																		7

Tabelle 1

d Cső külső átmérője
 d_1 Cső belső átmérője

Választásánál előnyben kell részesíteni a vastagon szedett méreteket.

A nyomócsöveket rendszerint a következők szerint jelölik:

$d \times s \times l$

l vezeték hossza

A kavitáció jelensége a nagynyomású tüzelőanyag-rendszerekben

A kavitáció károsíthatja a befecskendező rendszert (1. ábra). A folyamat részletes magyarázata a következő:

Amennyiben egy folyadék nagyon gyorsan áramlik zárt térben (például egy szivattyú belsejében vagy a nyomócsövekben), úgy a hajlatokban és a szűkített keresztmetszeteknél helyi nyomásváltozások jönnek létre. Ezek a helyeken – kedvezőtlen áramlási feltételek esetén, korlátozott időtartamra – olyan zónák alakulnak ki, amelyekben vákuum van, ezért gőzbuborékok keletkeznek.

Az ezt követő túlnyomásos periódusokban a gőzbuborékok berobbannak (implózió). Amennyiben a jelenség egy fal mellett játszódik le, a nagy energiasűrűség idővel a felület kiöblösödéséhez, eróziójához vezet. Ezt nevezzük kavitációs károsodásnak.

Mivel a gőzbuborékokat az áramlás tovább szállítja, a kavitáció jelensége nem feltétlenül a buborékképződés helyén lép fel; hatását többnyire a pangó áramlású részekben lehet megtalálni.

A nagynyomású befecskendező rendszerekben több oka is lehet az időszakosan és helyileg kialakuló alacsony nyomású zónáknak. Ilyenek például:

- a szállítás leszabályozása,
- a szelepek zárása,

- a szivattyúhatás mozgó alkatrészek között, valamint
- a furatokban és vezetékben kialakuló nyomáshullámok.

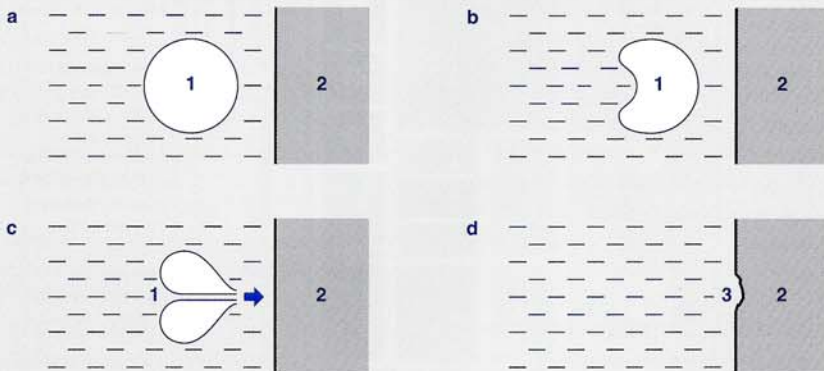
A kavitáció hatásait a tüzelőanyag minőségének javításával, illetve a felület keménységének megválasztásával csak nagyon csekély mértékben lehet csökkenteni. Ezért az ellenintézkedések fő célja a gőzbuborékok megjelenésének elkerülése, illetve a káros hatások csökkentése az áramlási viselkedés optimalizálásával.



1. ábra

1 Kiöblösödés

2 Kavitációs gőzbuborék berobbanása (implózió)



2. ábra

- Megjelenik egy gőzbuborék
- A gőzbuborék összenyomódik és visszahajlik a felületre
- A behajlott felület egy nagy energiájú „tüskévé” alakul
- A berobbant gőzbuborék a felületen egy kiöblösödést hagy maga után

- Gőzbuborék
- Fal
- Kiöblösödés

Elektronikus dízelszabályzás (EDC)

A dízelmotorok elektronikus vezérlése lehetővé teszi a befecskendezés paramétereinek pontos változtatását különböző üzemi körülmények között. Csak ezen a módon lehet minden olyan követelményt kielégíteni, amit a korszerű dízelmotorral szemben támasztanak. Az „elektronikus dízelszabályzást” (Electronic Diesel Control, EDC) három funkcionális blokkra lehet felosztani: „érzékelők és előírtérték-generáló egységek”, „vezérlőegység” és „beavatkozó elemek” (aktuátorok).

Rendszeráttekintés

Követelmények

A dízeltechnika aktuális fejlesztési irányát a tüzelőanyag-fogyasztás és a károsanyag-emisszió (NO_x , CO, HC és részecske) csökkentése határozza meg - a teljesítmény és a forgatónyomaték egyidejű növelése mellett. Ez a tendencia az utóbbi években a közvetlen befecskendezésű (DI) dízelmotorok elterjedéséhez vezetett, amelyeknél a befecskendezési nyomás lényegesen magasabb az előkamrás vagy örvénykamrás rendszerű közvetett befecskendezésű (IDI) motorokhoz képest. A jobb keverékképzésnek, valamint az előkamra, illetve örvénykamra és a fő égéster közötti áramlási veszteségek hiányának

köszönhetően a közvetlen befecskendezésű motorok tüzelőanyag fogyasztása mintegy 10...20%-kal alacsonyabb.

Ezen felül a menetkomforttal szemben támasztott elvárások is magas követelményeket állítanak a korszerű dízelmotorok fejlesztése elé. A zajkibocsátás csökkentésével kapcsolatos igények szintén egyre fontosabbak. Ebből következnek a befecskendező rendszerrel kapcsolatos igények, illetve a szabályzás megvalósítása a következőkfigyelembévetelével:

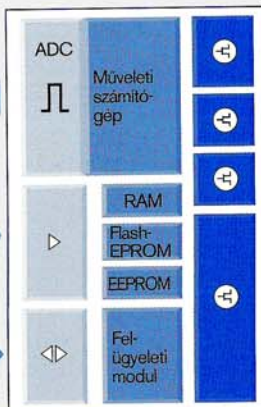
- magasabb befecskendezési nyomások,
- a befecskendezés lefutásának alakítása,
- előbefecskendezés, szükség esetén utóbefecskendezés alkalmazása,
- minden üzemállapothoz a pontosan illesztett befecskendezési mennyiség, turbónyomás és befecskendezéskorlat használata,
- hőmérsékletfüggő tüzelőanyag-többlet az indításnál,
- terhelésfüggetlen alapszállati fordulatszám-szabályzás,
- szabályozott kipufogógáz-visszavezetés,
- menetsebesség-szabályozás, valamint
- a befecskendezési időpont és mennyiség szűk tűréstartományban tartása a teljes élettartam során (viselkedés tartós üzemeles alatt).

1 Az EDC rendszerblokkjai

Szenzorok és előírtérték-jeladók



Vezérlőegység



Beavatkozó elemek (aktuátorok)



A hagyományos mechanikus fordulatszám-szabályzás többféle korrekciós berendezéssel képes illeszkedni a különféle üzemi állapotokhoz és biztosítani a megfelelő minőségű keveréket. Ugyanakkor csak a motor nagyon egyszerű szabályzási körére támaszkodhat, fontos paramétereket pedig egyáltalán nem, illetve nem eléggé gyorsan tud követni.

A növekvő követelmények hatására az EDC az egyszerű elektronikusan vezérelt állítótengelyből napjainkra egy összetett motorvezérlő rendszerre fejlődött, amely nagy számú adat valós idejű feldolgozására képes. Az EDC része lehet a gépkocsi teljes elektronikus rendszerének is (drive by wire megoldás esetén). Az elektronikus részegységek fokozódó integrálásának köszönhetően a komplex elektronikát nagyon kis térben lehet elhelyezni.

Működésmód

Az elektronikus dízelszabályzás (EDC) a mikrokontrollerek utóbbi években erősen megnövekedett számítási teljesítményének köszönhetően képes arra, hogy teljesítse a fentebb felsorolt elvárásokat.

A hagyományos, mechanikusan szabályozott befecskendező-szivattyúval szerelt rendszerekhez viszonyítva az EDC-rendszereknél a vezető nem tudja közvetlenül befolyásolni a befecskendezett mennyiséget (amit korábban a gázpedálon és a bowden-kábelén keresztül tett meg). A befecskendezett mennyiség egyre nagyobb számú paramétértől függ. Ilyenek például:

- a vezető kívánsága (gázpedál-állás),
- az üzemállapot,
- a motor hőmérséklete,
- további rendszerek beavatkozása (például az ASR rendszeré),
- a károsanyag-emisszióra gyakorolt hatás figyelembevétele stb.

A vezérlőegység ezekből a paraméterekből határozza meg a szükséges befecskendezett mennyiséget. A befecskendezés időpontja ugyanígy változtatható. Ez egy széles körű felügyeleti rendszert tesz lehetővé, amely felismeri az esetleges eltéréseket, majd azok

hatásának megfelelően közbelép (például korlátozza a motornyomatékot, esetleg vészüzemre kapcsol a fordulatszám korlátozásával). Az EDC-ben ezért több szabályzó kör is található.

Az elektronikus dízelszabályzás más elektronikus rendszerekkel is lehetővé teszi a kommunikációt, mint például a kipörgésgátló (ASR), az elektronikus váltóvezérlés (EGS) vagy az elektronikus stabilizáló programmal ellátott menetdinamika szabályzás (ESP). Ezen a módon a motorvezérlést a gépkocsi teljes rendszerébe lehet integrálni (ezzel lehet megvalósítani többek között az automata váltó kapcsolása előtti nyomatékcsoökkentést, a motornyomatéknak a kerekek csúszásához való illesztését, vagy a befecskendezés indításgátló általi engedélyezését).

Az EDC-rendszer teljes egészében a gépkocsi diagnosztikai rendszerébe van integrálva. Egyaránt kielégíti az OBD (On-Board-Diagnose) és az EOBD (European OBD) követelményeit.

Rendszerblokkok (modulok)

Az elektronikus dízelszabályzást (EDC) a következő három csoportra lehet felosztani (1. ábra):

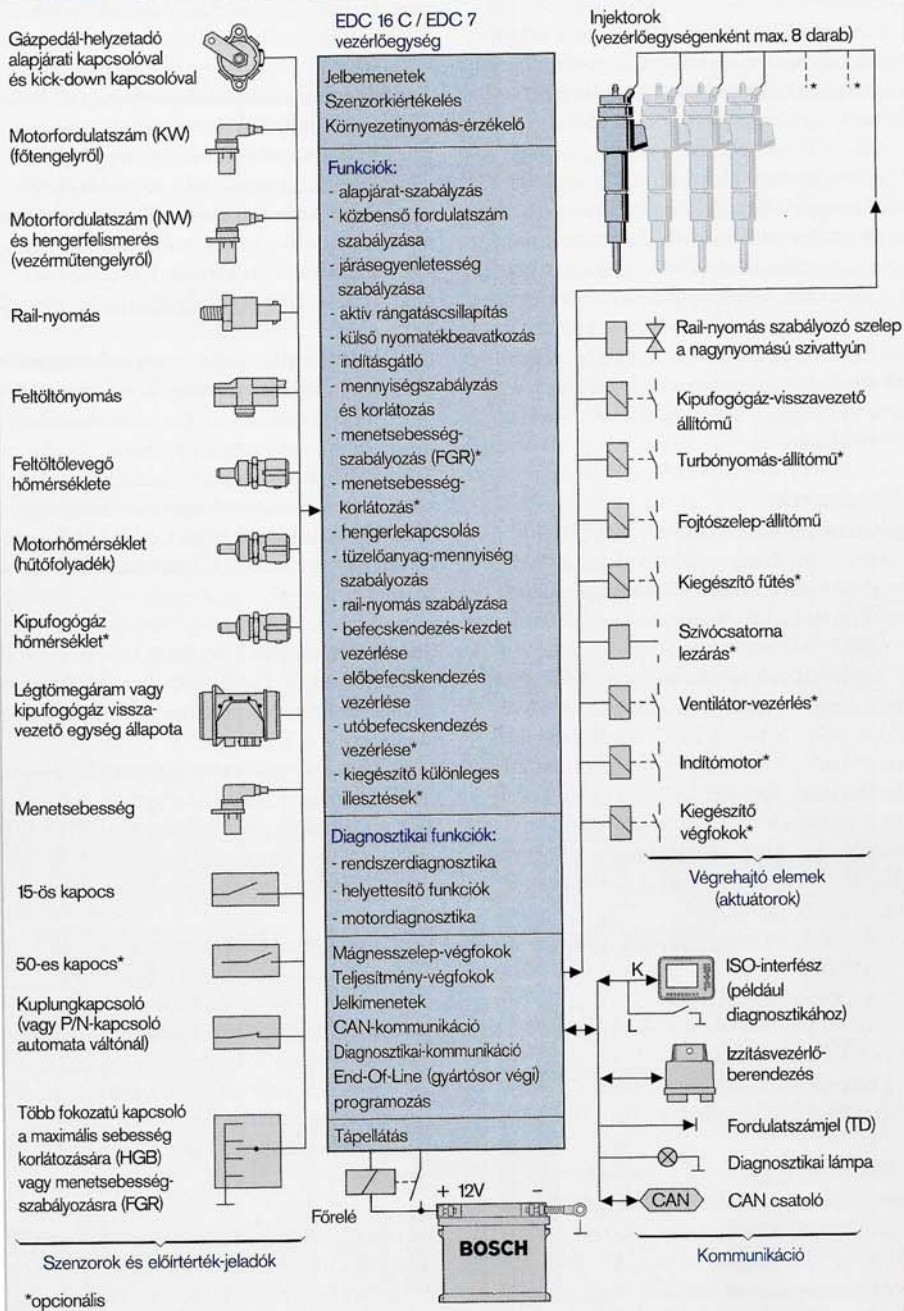
1. *A szenzorok és előírtérték-generáló egységek* érzékelik az üzemi körülményeket (például a motor fordulatszámát), illetve az előírt értékeket (például a kapcsolók állását). A fizikai mennyiségeket elektromos jelekké alakítják.

2. *A vezérlőegység* a szenzorok és előírtérték-jeladók által begyűjtött információt meghatározott matematikai számítások alapján feldolgozza (vezérlési és szabályzási algoritmusokkal). A beavatkozó elemeket elektromos kimenő jelekkel vezérli. A vezérlőegység további funkciója a többirendszerrel való kommunikáció és az öndiagnosztika megvalósítása.

3. *A beavatkozó elemek* (aktuátorok) a vezérlőegység elektromos kimenő jeleit mechanikus mennyiségekké alakítják át (ilyen például a befecskendezést vezérlő mágnesszelep).

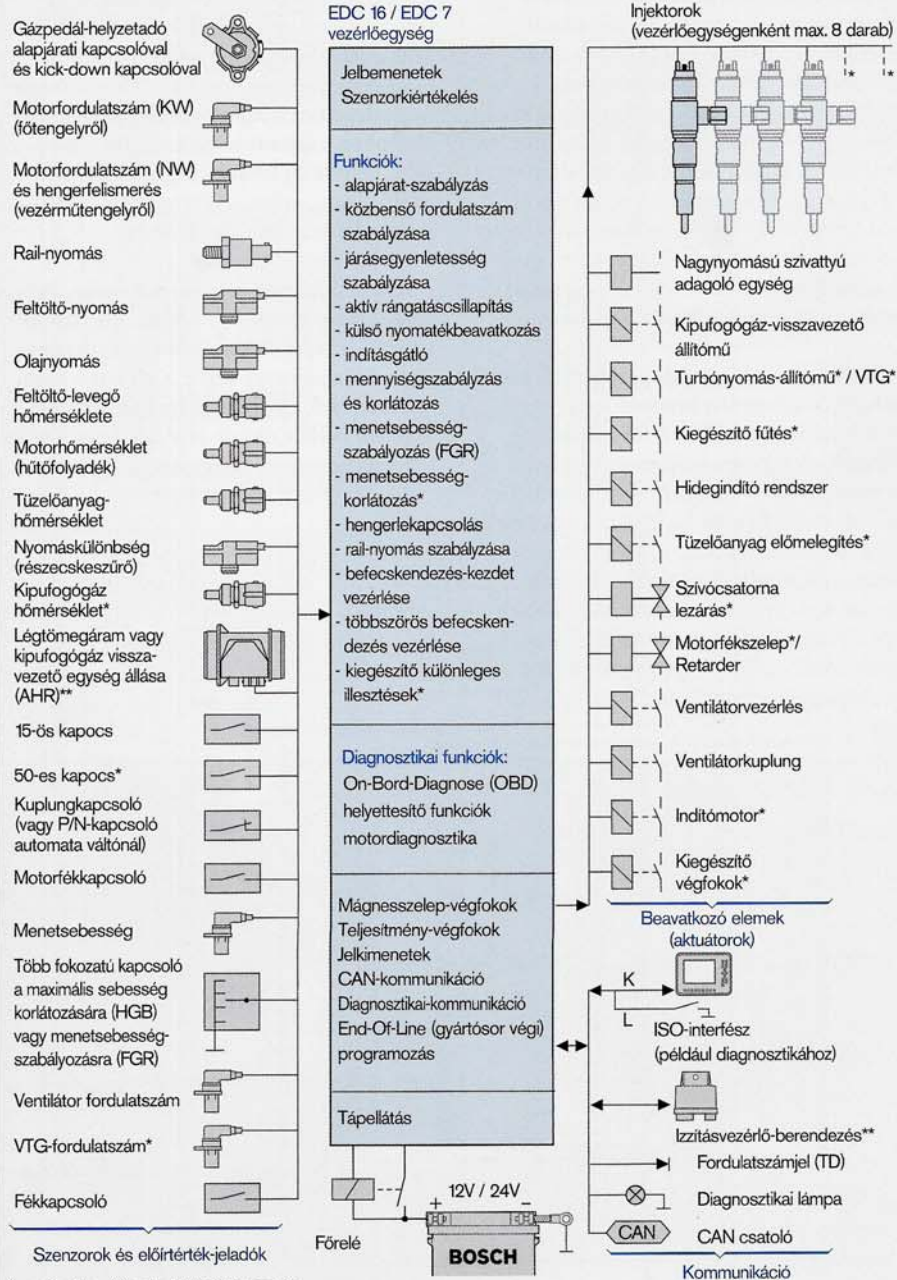
Személygépkocsi common rail rendszer

1 Személygépkocsi common rail rendszer EDC komponenseinek áttekintése



Haszongépjármű common rail rendszer

2 Haszongépjármű common rail rendszer EDC komponenseinek áttekintése



Adatfeldolgozás

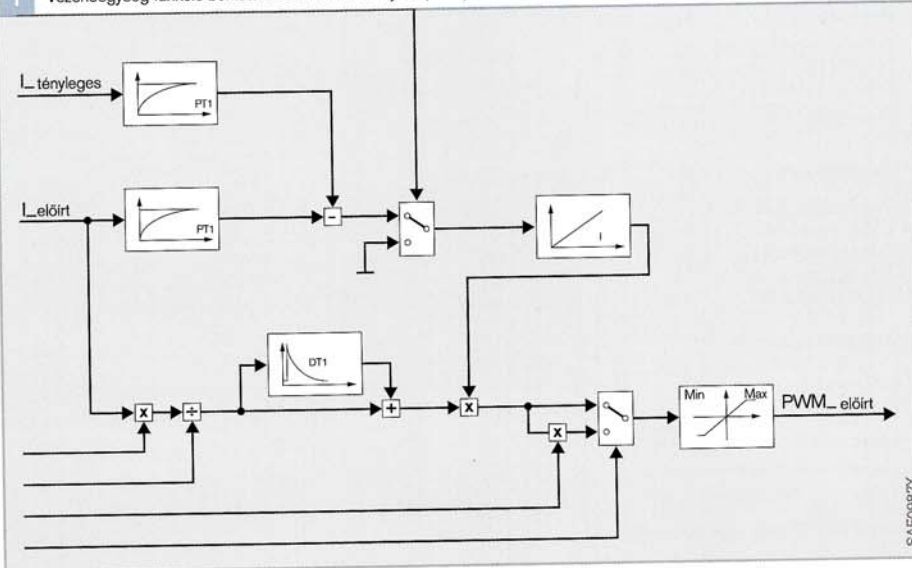
Az elektronikus dízelszabályzás (EDC) legfontosabb feladata a befecskendezett mennyiség és a befecskendezési időpont vezérlése. A common rail (nyomástárolósos) befecskendező rendszernek még a befecskendezési nyomást is szabályoznia kell. Ezeken kívül a motor-vezérlőegység minden rendszerrel különféle beavatkozó elemeket is vezérel. Az elektronikus dízelszabályzás funkcióit minden gépkocsi és minden motor esetében pontosan kell illeszteni. Az egyes részegységek csak ebben az esetben tudnak optimálisan együttműködni (2. ábra).

A vezérlőegység kiértékeli a szenzorok jeleit, illetve a megengedett bemenő feszültség-szintre korlátozza azok értékét. Bizonyos bemenő jeleket ezen kívül az elfogadhatóság szempontjából is ellenőriz. A mikroproceszor ezekből a bemenő adatokból és a tárolt jellemzőkből számítja ki a befecskendezés kezdeti időpontját és időtartamát, majd az adatokat olyan jelekké alakítja, amelyek már a motordugattyúk mozgására vannak szinkronizálva. Ezt programot nevezzük „vezérlőegység-szoftvernek”.

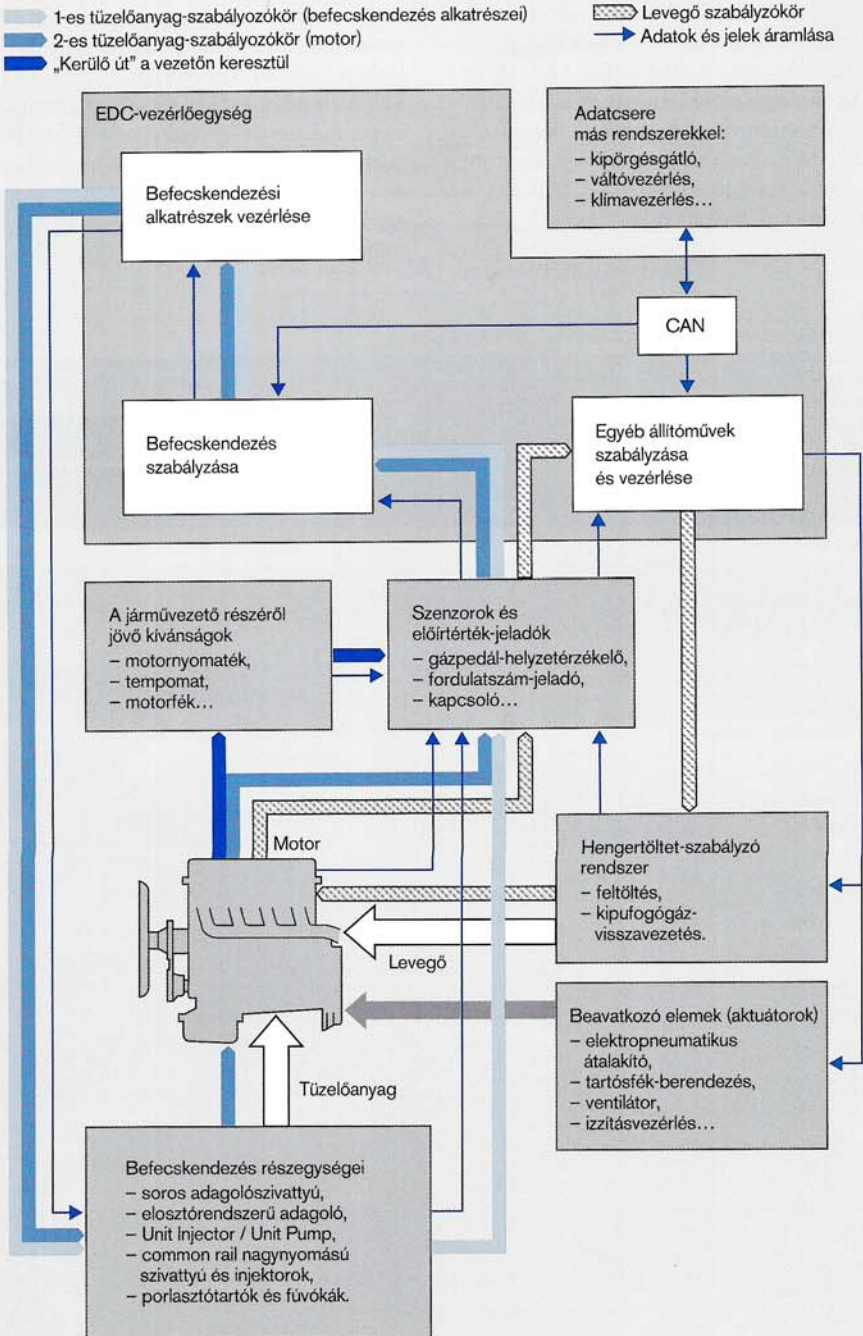
A megkövetelt pontosság és a dízelmotor nagy dinamikája miatt jelentős számítási kapacitásra van szükség. A kimenő jelekkel a rendszer a végfokokat hajtja meg, amelyek a beavatkozó elemek működtetéséhez szükséges teljesítményt adják (például a befecskendezés nagy nyomást kapcsoló mágnesszelepeihez, a kipufogógáz-visszavezető szelephez, vagy a töltőnyomás-állítóhoz). Ezen kívül még további, segédfunkciókat ellátó alkatrészeket is vezérel (például az izzítórelét és a klímaberendezést).

A mágnesszelepek végfokainak diagnosztikai funkciói a jelek hibás lefutását is fel tudják ismerni. Kiegészítésképpen az interfészen adatcsere megy végbe a gépkocsi többi rendszerével. Egy biztonsági koncepció keretein belül a motor-vezérlőegység a teljes befecskendező rendszert felügyeli.

1 Vezérlőegység-funkció bemutatása az áramszabályzás példáján



2 Az elektronikus dízel szabályzás elvi megvalósítása



A befecskendezés szabályzása

Az 1. táblázatban található a különböző EDC vezérlőegységekkel megvalósítható szabályzó funkciók áttekintése. Az 1. ábra a befecskendezés kiszámításának folyamatát mutatja valamennyi funkcióval. Bizonyos funkciók ezek közül opcionálisak. Ez utóbbiak a részegységek utólagos beépítése esetén a szervizben is aktiválhatók.

Annak érdekében, hogy a motor minden üzemállapotban optimális égési folyamat-
tal üzemeljen, a vezérlőegység minden munkaponthoz kiszámítja a megfelelő befecskendezett mennyiséget. Ennek során különféle adatokat kell figyelembe vennie. Egyes mágnesszelepvezérelt elosztórendszerű adagolóknál a befecskendezett mennyiség és a befecskendezés-kezdet mágnesszelepeit egy külön adagoló-vezérlőegység (PSG) működteti.

1 Gépkocsiknál alkalmazott EDC-változatok funkcióinak áttekintése					
Befecskendező rendszer	Soros adagoló- szivattyúk	Élvezérelt elosztórend- szerű adagoló	Mágnesszelep- vezérelt elosztó- rendszerű adagoló	Adagoló-por- lasztó rendszer és adagoló-nyo- mócső-porlasztó rendszer	Common rail rendszer
	PE	VE-EDC	VE-M, VR-M	UIS, UPS	CR
Funkció					
Mennyiségi határérték	•	•	•	•	•
Külső nyomátékbeavatkozás	• ³⁾	•	•	•	•
Menetsebesség-korlátozás	• ³⁾	•	•	•	•
Menetsebesség-szabályozás	•	•	•	•	•
Magassági korrekció	•	•	•	•	•
Feltöltőnyomás-szabályzás	•	•	•	•	•
Alapjárat-szabályzás	•	•	•	•	•
Közbenső fordulatszámok szabályzása	• ³⁾	•	•	•	•
Aktív rángatáscsillapítás	• ²⁾	•	•	•	•
BIP-szabályzás	–	–	•	•	–
Szivócsatorna-lezárás	–	–	•	• ²⁾	•
Elektronikus indításgátló	• ²⁾	•	•	•	•
Vezérelt előbefecskendezés	–	–	•	• ²⁾	•
Izzításvezérlés	• ²⁾	•	•	• ²⁾	•
Klímalekapcsolás	• ²⁾	•	•	•	•
Hűtőfolyadék kiegészítő fűtése	• ²⁾	•	•	–	•
Járásegyenletesség szabályzása	• ²⁾	•	•	•	•
Mennyiségkiegyenlítő szabályzás	• ²⁾	–	•	•	•
Ventilátorvezérlés	–	•	•	•	•
Kipufogógáz-visszavezetés szabályzása	• ²⁾	•	•	• ²⁾	•
Befecskendezéskezdet- szabályzás szenzorral	• ^{1), 3)}	•	•	–	–
Hengerlekapcsolás	–	–	• ³⁾	• ³⁾	• ³⁾

1. táblázat

1) Csak lökettolókás soros befecskendező szivattyúk esetében
2) Csak személygépkocsi-
csiknál
3) Csak haszongépjár-
műveknél

1 A befecskendezés paramétereinek kiszámítása a vezérlőegységben

Igényelt értékek

Gázpedál-helyzetadó
(a vezető kívánsága)Menetsebesség-szabályozó,
menetsebesség-korlátozóMás rendszerek részéről
küldött igények
(például ABS, ASR, ESP)

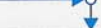
CAN

Számított értékek

Külső nyomatékbeavatkozás

A kívánt befecskendezési
mennyiség kiválasztásaAlapjárat-szabályzó (LLR),
illetve mennyiségkiegyenlítő-
szabályzó (MAR)

+/-



Mennyiség határértéke

Járásegyenletesség
szabályzó

Aktív rángatáscsillapítás



Indító mennyiség

Indítás
Menetüzem
KapcsolóBefecskendezéskedvet,
illetve szállításkedvet
szabályzásaMennyiség adagolása
(szivattyú jellegmező)

Vezérlések

Befecskendezésállító
vezérléseMágnesszelepek
vezérléseAdagoló-vezérlőegység
jele

Indítási tüzelőanyag-mennyiség

Indításkor a befecskendezett tüzelőanyag mennyiséget a rendszer a hűtőközeg-hőmérséklet és az indítási fordulatszám függvényében számítja ki. Az indító mennyiséghez szükséges jeleket a vezérlőegység a gyújtáskapcsoló bekapcsolásától (1. ábra, a gyújtáskapcsolót „Start” állásba fordítják) addig adja, míg a motor elér egy meghatározott minimális fordulatszámot.

A vezetőknek nincs befolyása az indító tüzelőanyag-mennyiségre.

Menetüzem

Normál menetüzemben a befecskendezett mennyiséget a rendszer a gázpedál-helyzet (gázpedál-érzékelő) és a fordulatszám függvényében határozza meg (1. ábra, a gyújtáskapcsoló „menetüzem” állásban). A számításokhoz olyan jellemzőket használ, amelyek egyéb adatokat is figyelembe vesznek (például a tüzelőanyag-, a hűtővíz- és a beszívott levegő hőmérsékletét). Ezen a módon lehet a motor teljesítményét leginkább a vezető kívánsága szerint beállítani.

Alapjárat-szabályzás

Az alapjárat-szabályzás (LLR) feladata, hogy alapjáraton, felengedett gázpedálnál egy adott előírt fordulatszámot tartson. Ennek az előírt fordulatszámnak az értéke a motor üzemállapotától függően változhat; így például hideg motor esetén általában magasabb az alapjárat fordulatszám, mint meleg motornál. Kiegészítésképpen alacsony hálózati feszültség, bekapcsolt klímaberendezés vagy guruló jármű esetében a rendszer szintén fölemelheti az előírt alapjárat fordulatszámot. Mivel a zsúfolt városi forgalomban közlekedő járművek gyakran működnek alapjáraton (araszolgatnak, vagy a közlekedési lámpáknál állnak), ezért emissziós és fogyasztási megfontolásból az alapjárat fordulatszámnak a lehető legalacsonyabbnak kell lennie. Ez pedig hátrányosan befolyásolja az egyenletes motorjárást és az indulási tulajdonságokat.

Az alapjárat-szabályzásnak (nagy mértékben) változó követelmények közepette is meg kell birkóznia a fordulatszám előírt értéken tartásával. A motorra kapcsolt mellékajtások teljesítményigénye széles határok között változik.

A generátor például alacsonyabb hálózati feszültség esetén sokkal nagyobb teljesítményt vesz fel, mint egyébként. Ehhez jön még a klímakompresszor, a kormányrásegítő, a dízel befecskendezés nyomásának előállítás stb. Ezekhez a szélsőséges terhelési nyomatokhoz hozzáadódik még a motor belső súrlódása, amely nagy mértékben függ a motorhőmérséklettől, s amelyet szintén az alapjárat-szabályzásnak kell kiegyenlítenie.

Az előírt alapjárat fordulatszám szabályzásához az alapjárat-szabályzás mindaddig változtatja a befecskendezett mennyiséget, míg a méréssel meghatározott tényleges fordulatszám azonos lesz az előírt fordulatszámmal.

Végfordulatszám-szabályzás (leszabályozás)

A végfordulatszám-szabályzás (más néven leszabályozás) az a funkció, amely megvédi a motort a túlságosan magas fordulatszámon való működéstől. A motorgyártó ehhez megad egy fordulatszámot, amelyet hosszabb időre nem szabad túllépni, mivel az motorkárosodást okozna.

A leszabályozási funkció a motor névleges teljesítménye fölött folyamatosan csökkenti a befecskendezett mennyiséget. Kevésbé a maximális motorfordulatszám fölött már nincs befecskendezés. A leszabályozásnak azonban lehetőleg lágyan kell bekövetkeznie, hogy a motor gyorsítása során ne lépjen föl rángatásszerű leszabályozás (fokozatosan végzett leszabályozás). Ezt annál nehezebb megvalósítani, minél közelebb van egymáshoz a névleges teljesítmény munkapontja és a maximális fordulatszám.

Közbenső fordulatszámok szabályozása

A közbenső fordulatszámok szabályozását (ZDR) mellékajtásokkal (például emelőgép-pel) ellátott haszongépjárműveken és a kis-teherautókon kell végezni, illetve különleges járművek (például áramfejlesztővel ellátott mentőautó) esetében. A rendszer akkor aktiválódik, amikor a motort (a pillanatnyi terheléstől függetlenül) egy közbenső fordulatszámra kell tartani.

A közbenső fordulatszám szabályozását a menetsebesség-szabályozás kezelőszervén keresztül lehet bekapcsolni (álló jármű esetén). A készülék gombnyomásra állítja be a memóriában tárolt fix fordulatszámot. Kiegészítésképpen a kezelőszerven keresztül tetszőleges fordulatszám beállítható. Ugyanezt a funkcionális egységet használja a rendszer automatizált (mechanikus váltású fogaskerekes, például Tiptronic váltók) esetében a váltási folyamatok alatti fordulatszám szabályzására.

Menetsebesség-szabályozás

A menetsebesség-szabályozó (más néven tempomat) lehetővé teszi a gépkocsi állandó sebességgel való haladását. Úgy szabályozza a gépkocsi sebességét egy kívánt értékre, hogy a vezetőnek közben nem kell a gázpedálhoz érnie. A kívánt értéket egy kezelőkaron, vagy a kormánykerék nyomógombjain keresztül lehet beállítani. A befecskendezett mennyiséget mindaddig növeli vagy csökkenti, amíg a méréssel meghatározott tényleges sebesség megegyezik a beállított előírt-sebességgel.

Egyes alkalmazásoknál a gázpedál segítségével a gépkocsit tovább lehet gyorsítani a pillanatnyi előírt sebességről. Amennyiben a gázpedált fölengedik, a menetsebesség-szabályozó újra az utoljára beállított előírt sebességre áll rá.

Amennyiben bekapcsolt sebességszabályozó esetén a vezető megérinti a kuplung- vagy a fékpedált, a szabályzási folyamat azonnal megszakad. Egyes alkalmazásoknál a gázpedál megnyomásával is ki lehet kapcsolni a funkciót.

Kikapcsolt menetsebesség-szabályozónál a kezelőkar visszaállító (reset) helyzetébe állításával újra aktiválni lehet az utolsóként tárolt előírt sebességet.

A rendszer lehetővé teszi az előírt sebesség lépésenkénti változtatását is a kezelőkaron keresztül.

Menetsebesség-korlátozás

Változtatható korlátozás

A menetsebesség-korlátozás (FGB, más néven limiter) a gépkocsi maximális sebességét egy előírt érték alatt tartja, még abban az esetben is, ha a gázpedált a szükségesnél tovább működtetik. Ez mindenekelőtt halk járművek esetében segítség a vezetőnek, ha nem akarja véletlenül túllépni a sebességhorlátozásokat.

A menetsebesség-korlátozás ennek érdekében a maximálisan megengedett előírt sebességnek megfelelően csökkenti a befecskendezett mennyiséget. Ezt a funkciót a kezelőkarról vagy a „kick-down” működtetésével lehet kikapcsolni. Az utoljára érvényes előírt sebességet a kezelőkar ismétlődő gombjának segítségével lehet újra előhívni. A rendszer lehetővé teszi az előírt sebesség lépésenkénti változtatását is a kezelőkaron keresztül.

Rögzített értékű korlátozás

A világ több országában a törvényhozás előírja bizonyos gépkocsiosztályok maximálisan megengedett sebességét (például a nehéz-tehergépkocsik esetében). A gépjárműgyártók is korlátozhatják a maximális sebességet rögzített menetsebesség-korlátozás alkalmazásával. Ezt a funkciót nem lehet kikapcsolni.

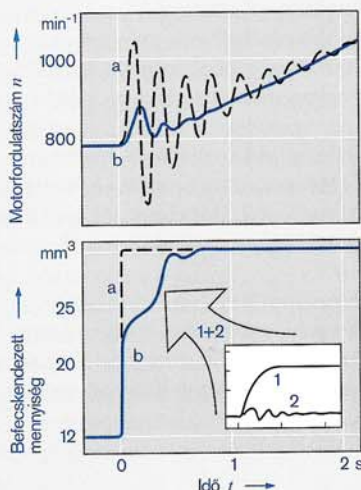
Különleges járművek esetében a beprogramozott sebességhorlátok közül a jármű vezetője választhatja ki a megfelelőt (például ha a szemétszállító jármű hátsó fellépőjén állnak).

Aktív rángatáscsillapítás

Hirtelen terhelésváltozások esetén a motor nyomatékváltozása lengéseket idéz elő a gépkocsi hajtásláncában. A gépkocsiban ülők ezeket a rángató mozgásokat kellemetlen, periodikusan jelentkező gyorsítások formájában érzékelik (2. ábra, (a) görbe). Az aktív rángatáscsillapítás (ARD) szerepe, hogy ezeket a gyorsulásváltozásokat lecsökkentsen (b). Ezt két különböző eljárással teszi meg:

- A vezető által kívánt motornyomaték túl gyors változása esetén a hajtásláncra kerülő valós nyomatékváltoztatási igényt egy szűrő funkcióval csillapítja (1).
- A hajtáslánc lengéseit a fordulatszámjel változásából ismeri fel, majd az aktív szabályozáson keresztül csillapítja. Ez növekvő fordulatszámnál lecsökkenti a befecskendezett mennyiséget, csökkenő fordulatszámnál pedig megnöveli azt, így mindig a fellépő fordulatszám-ingadozások ellen fejt ki hatását (2).

2 Példa az aktív rángatáscsillapításra (ARD)



2. ábra

- a Aktív rángatáscsillapítás nélkül
b Aktív rángatáscsillapítással
1 Szűrőfunkció
2 Aktív korrekció

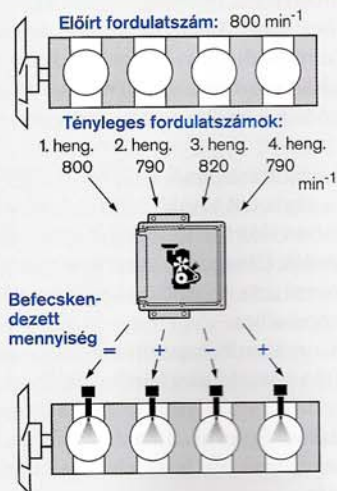
Járásegyenletesség szabályzás (SRC)/ mennyiségkiegyenlítő szabályozás

Azonos befecskendezési időtartam esetén a motor hengerei nem pontosan azonos nyomatékkal járulnak hozzá a motor forgatásához. Ezt okozhatja például a hengerek sűrítése és sűrődése közötti különbség, vagy a befecskendezési rendszer alkatrészeinek eltérése. Ez a nyomatékkülönbség egyenletlen motorjárást okoz, valamint az emissziós értékek növekedését.

A járásegyenletesség szabályzása (LRR), illetve a mennyiségkiegyenlítő szabályzás (MAR) feladata, hogy az egyes hengerekhez tartozó fordulatszám-változások (ingadozások) alapján felismerjék, majd a befecskendezett mennyiség szelektív változtatásával kiegyenlítsék a fordulatszám különbségeket. Ehhez a rendszer megvizsgálja, hogy adott hengerbe való befecskendezés után meghatározott idővel mekkora a motor fordulatszámának középértékéhez viszonyított eltérés.

Amennyiben az illető hengerhez tartozó fordulatszám túl alacsony, megnöveli a befecskendezett mennyiséget; amennyiben pedig túl magas, úgy a befecskendezett mennyiséget csökkenti (3. ábra).

3 Példa a járásegyenletesség szabályzására (LRR)



A járásegyenletesség szabályzása egy olyan komfort funkció, amelynek elsődleges feladata a motorjárási egyenletességének biztosítása az alajjáráti fordulatszám környezetében. A mennyiségkiegyenlítő szabályzásnak a gépkocsi alajjárási komfortjának növelése mellett a közepes fordulatszám tartományban az emissziós értékeket is csökkentenie kell a hengerekbe jutó befecskendezett mennyiségek kiegyenlítésével.

Haszongépjárművek esetében a mennyiségkiegyenlítő szabályzás AZG (Adaptive-Zylinder-Gleichstellung, adaptív hengerkiegyenlítés), illetve SRC (Smooth Running Control, lágy motorjárási szabályzás) néven is előfordul.

Korlátozási mennyiség

Amennyiben a motorba mindig a vezető által kívánt, vagy a gyakorlatilag lehetséges tüzelőanyag-mennyiséget fecskendeznek be, úgy a következő jelenségek lépnének föl:

- túl magas károsanyag-kibocsátás,
- túl nagy koromkibocsátás,
- mechanikai túlterhelés a nagy nyomaték és fordulatszám következtében,
- termikus túlterhelés a magas kipufogógáz-, hűtővíz-, olaj- és turbótöltő-hőmérséklet miatt, vagy
- a mágnesszelepek termikus túlterhelése a túl hosszú vezérlési idők következtében.

Ezeknek a nemkívánatos hatásoknak az elkerülése érdekében a szoftver különböző bemeneti mennyiségek (például légtömegáram, fordulatszám és hűtőközeg hőmérséklet) alapján végez korlátozást. A rendszer a maximális befecskendezett mennyiséget, ezáltal pedig a maximálisan forgatónyomatot korlátozza.

Motorfék funkció

Haszongépjárműveknél a motorfék működtetések a befecskendezett mennyiséget nullára vagy az alajjárási mennyiségre kell csökkenteni. A vezérlőegység ehhez a funkcióhoz a motorfék kapcsoló állását veszi figyelembe.

Magassági korrekció

A tengerszint feletti magasság növekedésével a légköri nyomás csökken. Ennek megfelelően a hengerben lévő levegő tömege is kisebb lesz. Ebben az esetben csökkenteni kell a befecskendezett mennyiséget is. Amennyiben azonos mennyiségű tüzelőanyag jutna a hengerekbe, mint normál nyomáson, a levegőhiány miatt a motor erősen füstölne.

A légköri nyomást a vezérlőegységben elhelyezett környezeti nyomás-érzékelő méri. Ennek alapján nagy magasságokban csökkenthető a befecskendezett mennyiség. A légköri nyomásnak a töltőnyomás szabályzásra és a nyomatékkorlátozásra is hatása van.

Hengerlekapcsolás

Amennyiben nagy fordulatszámon kis forgatónyomatokra van szükség, csak nagyon kevés tüzelőanyagot kell befecskendezni. Egy másik alkalmazható lehetőség a forgatónyomatok csökkentésére a hengerek egy részének lekapcsolása. Ennek során az injektorok felét lekapcsolják (haszongépjármű UIS/UPS rendszernél, CR rendszernél).

A továbbra is működő injektorok ekkor az üzemmódnak megfelelő mennyiséget fecskendezik be. Ezt a (hengerenként nagyobb) mennyiséget már pontosabban lehet adagolni.

Különleges szoftver-algoritmusok segítségével az injektorok ki- és bekapcsolása lágyan valósítható meg, így a nyomatékváltásokat a gépkocsin nem lehet érzékelni.

Injektorok mennyiségének korrekciója

A befecskendező rendszerek pontosságának növelésére, valamint annak megtartására a jármű teljes élettartama során, a common rail (CR) és az UIS/UPS rendszereknél új funkciók nyernek alkalmazást.

Az injektorok mennyiség-korrekciójához (IMA) az injektorok gyártása során minden egyes injektorról nagy számú mérési adatot gyűjtenek, amelyeket az injektoron egy adatmátrix formájában rögzítenek. A piezo-inline injektorok esetében ehhez kiegészítésképpen annak lökettulajdonságaira vonatkozó adatokat is tárolnak. Ezeket az adatokat a jármű gyártásakor annak vezérlőegységében tárolják. A motor működése során az értékeket a vezérlőegység a tüzelőanyag adagolási és kapcsolási paraméterek korrekciójára használja fel.

Nullmennyiség kalibrálása

A komfort növelésében (ami a zaj megszüntetésére irányul) és az emisszió vele egyidejű csökkentésében rendkívüli jelentősége van a kis mennyiségű előbefecskendezés biztos kezelésének, mégpedig a jármű teljes élettartama során. Ennek érdekében ki kell egyenlíteni az injektorok mennyiségi eltéréseit. A 2-dik és 3-dik generációhoz tartozó CR-rendszerek esetében ezért a vezérlőegység tolóüzemben egy célzottan kiválasztott hengerbe kis mennyiségű tüzelőanyagot juttat. Az ebből eredő nyomatkékváltozást a fordulatszám-érzékelő mint nagyon kis mértékű dinamikus fordulatszám-változást érzékeli. Ez a vezető által nem érzékelhető nyomatkévnövekedés egyértelműen értékelhető arányban áll a befecskendezett mennyiséggel. A folyamatot a rendszer minden hengerre egymás után és különböző munkapontokban megismétli. Egy tanuló algoritmus az előbefecskendezési mennyiség legkisebb változását is érzékeli, és ennek alapján minden egyes előbefecskendezésre kiegyenlíti az injektor vezérlési időtartamát.

Mennyiség középértékének adaptációja

A kipufogógáz-visszavezetés és a turbónyomás megfelelő illesztéséhez a rendszernek szüksége van a ténylegesen befecskendezett tüzelőanyag-mennyiség és annak előírt értéke közötti eltérésre. A mennyiség középértékének adaptációja (MMA) a lambdasonda és a légtömegmérő értékeiből az összes hengerre átlagolva meghatározza a befecskendezett tüzelőanyag mennyiségét. Az előírt érték és a tényleges érték összehasonlításából kiszámítja a korrekciós értéket (lásd a „Személygépkocsi motorok lambdaszabályzása” fejezetnél).

Az MMA tanuló funkciója szavatolja, hogy a motor alsó részterhelési tartományában a gépkocsi teljes élettartama során azonosan, az előírásokat kielégítő emissziós értékekkel működjön.

Nyomáshullám-korrekció

A CR rendszereknél minden befecskendezés nyomáshullámokat generál a fűvóka és a rail-cső közötti nyomócsőben. Ezek a nyomáslengések az időben később bekövetkező befecskendezésekre (az elő-, fő- és utóbefecskendezésre egyaránt) hatással vannak.

A később következő befecskendezések eltérései a korábban befecskendezett mennyiségtől, azok időbeni eloszlásától, a rail-nyomástól valamint a tüzelőanyag-hőmérséklettől függenek. A vezérlőegység ezeknek a paramétereknek a figyelembevételével, egy kompenzációs algoritmus felhasználásával számítja ki a szükséges korrekciós értéket.

Ezeknek a korrekciós-funkcióknak a gyakorlati megvalósítása azonban nagyon bonyolult. Az eljárás előnye azonban, hogy az elő- és főbefecskendezés közötti időtartamot az égés optimalizálása érdekében rugalmasan lehet megválasztani.

Injektorok mennyiségének korrekciója

Funkciók leírása

Az injektorok mennyiségének korrekciója (IMA) olyan szoftverfunkció, amely a tüzelőanyag-mennyiség adagolásának pontosságát növeli, valamint segíti az injektorok tökéletes alkalmazását a motoron. A funkció feladata, hogy a CR rendszer minden injektorának szállítását egyenként az előírt értékre korrigálja a teljes jellegmezőn. Ennek köszönhetően lecsökkenthetők a teljes befecskendező rendszer tűrései, illetve az emissziós értékek szórása. Az IMA-hoz szükséges korrekciós értékek az egyes vizsgálati pontokban mért értékek és az előírt értékek különbségét jelentik, amelyeket kódolt formában írnak rá az injektorokra.

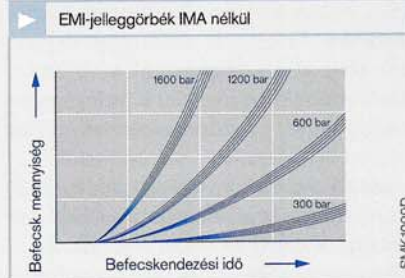
Egy korrekciós jellegmező segítségével (amelynek kompenzációs értékeiből a korrekciós mennyiségek számíthatók) a motor teljes működési tartományára elvégezhető a korrekció. Az autógyárakban a futószalag végén az EOL programozással minden hengerhez hozzárendelik a beépített injektort, valamint megadják annak korrekciós értékeit az EDC vezérlőegység számára. Amennyiben gépkocsin a későbbiekben injektorokat kell cserélni, a szervizben is megadni az új korrekciós értékeket az EDC vezérlőegység számára.

A funkciók szükségessége

Az injektorok gyártási tűréseinek további csökkentése exponenciálisan növelné a szükséges technológia bonyolultságát, ami pénzügyi szempontból gazdaságtalan lenne. Az IMA olyan megoldást kínál erre, amellyel javítani lehet az injektorok alkalmazhatóságát, növelhető a mennyiségmérés pontossága és javíthatók az emissziós értékek.

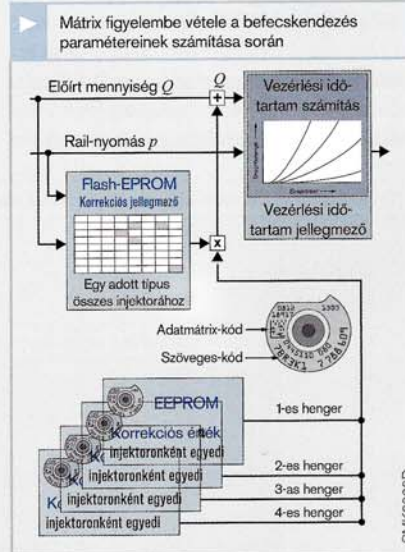
Mérési értékek a vizsgálat során

A gyártósor végi ellenőrzésnél minden egyes injektort több – az adott injektor szórására jellemző – pontban megmérnek. Ezekben a pontokban kiszámítják az előírt értékhez viszonyított eltéréseket, majd az adatokat ráírják az injektorok fejrézsére.



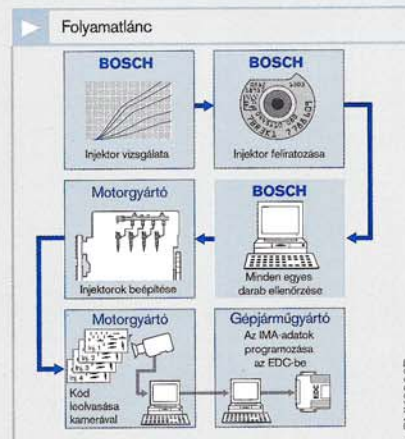
1. ábra

Különböző injektorok jelleggörbéi a rail-nyomás függvényében. Az IMA lecsökkenti a jelleggörbék szórási tartományát. EMI Einspritzmengen-indikator (befecskendezett mennyiség indikátora)



2. ábra

Injektor vezérlési idejének számítása az előírt mennyiség, a rail-nyomás és a korrekciós értékek alapján



3. ábra

A teljes folyamatlánc ábrázolása a Bosch-nál végzett injektor-korrekciótól a gépjárműgyártó által végzett gyártósor végi programozásig

Személygépkocsi dízelmotorok lambdaszabályzása

Alkalmazás

A dízelmotorral szerelt gépkocsik környezetvédelmi előírásokban rögzített kipufogógáz határértékei egyre inkább szigorodnak.

A motoron belül lezajló égési folyamatok optimalizálása mellett egyre nagyobb jelentőséget nyer a károsanyag kibocsátással kapcsolatos funkciók vezérlése és szabályozása. A dízelmotorok esetében az emissziós értékek szórásának csökkentésére nagy potenciált rejt a lambdaszabályzás bevezetése.

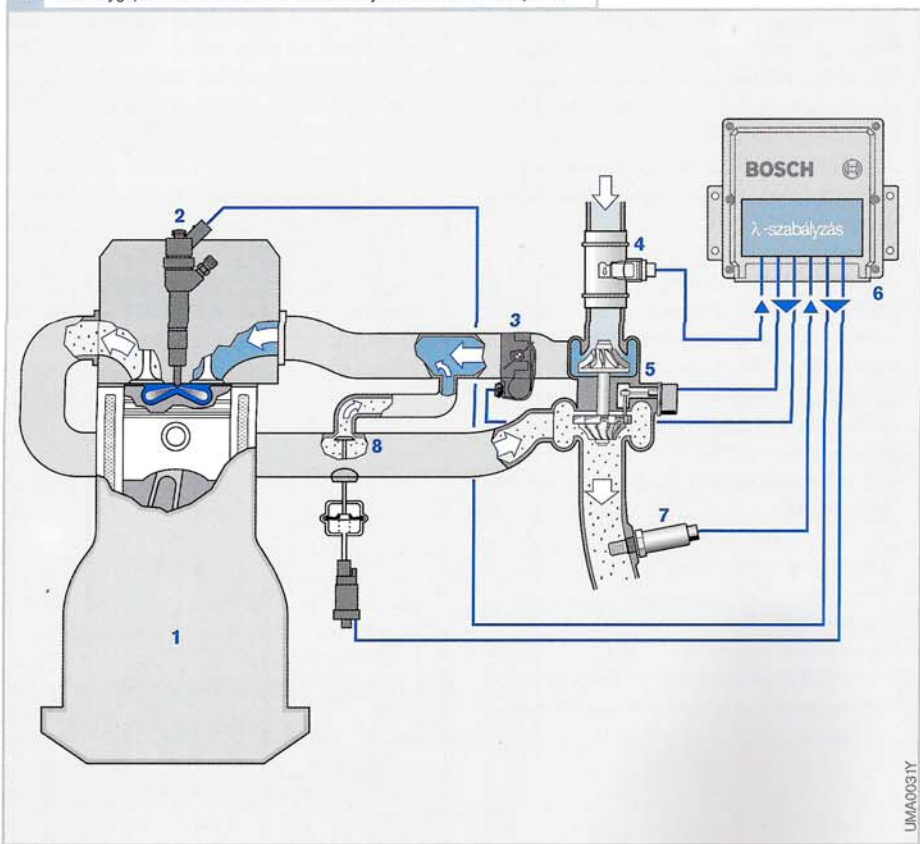
A kipufogóban elhelyezett szélessávú lambdaszonda (1. ábra, 7.) a kipufogógázban lévő maradék oxigén mennyiségét

méri. Ebből meghatározható a motorban lévő levegő-tüzelőanyag arány (légfelesleg-tényező, λ). A lambdaszonda jelét a rendszer a motorüzem során adaptálja (korrigálja). Ezen a módon a teljes élettartam során nagy pontosságot lehet elérni. A jel különféle (a légfelesleg tényezőhöz kapcsolódó) funkciók alapjául szolgál, amelyeket a következőkben fejtünk ki bővebben.

Az NO_x -tároló katalizátorok regenerálásához lambdaszabályzó köröket alkalmaznak.

A lambdaszabályzás minden EDC16 fölötti verziószerű motor-vezérlőegységgel szerelt személygépkocsi befecskendező rendszerénél alkalmazható.

1 Személygépkocsi dízelmotorok lambdaszabályzásának áttekintése (példa)



Alapfunkciók

Nyomáskiegyenlítés

A lambda szonda nyers jele függ a kipufogógáz oxigénkoncentrációjától, valamint a szonda beépítési helyén uralkodó nyomástól, ezért a nyomásnak a szonda jelére gyakorolt hatását kompenzálni kell.

A *nyomáskompenzáció* funkciója két jellegmezőt igényel: az egyiket a kipufogógáz nyomásának meghatározásához, a másikat pedig a lambdaszonda mérési jelének nyomásfüggésével kapcsolatban. Ennek a két jellegmezőnek a segítségével végzi el az EDC rendszer a mérési jelek korrekcióját az adott munkapontban.

Adaptáció

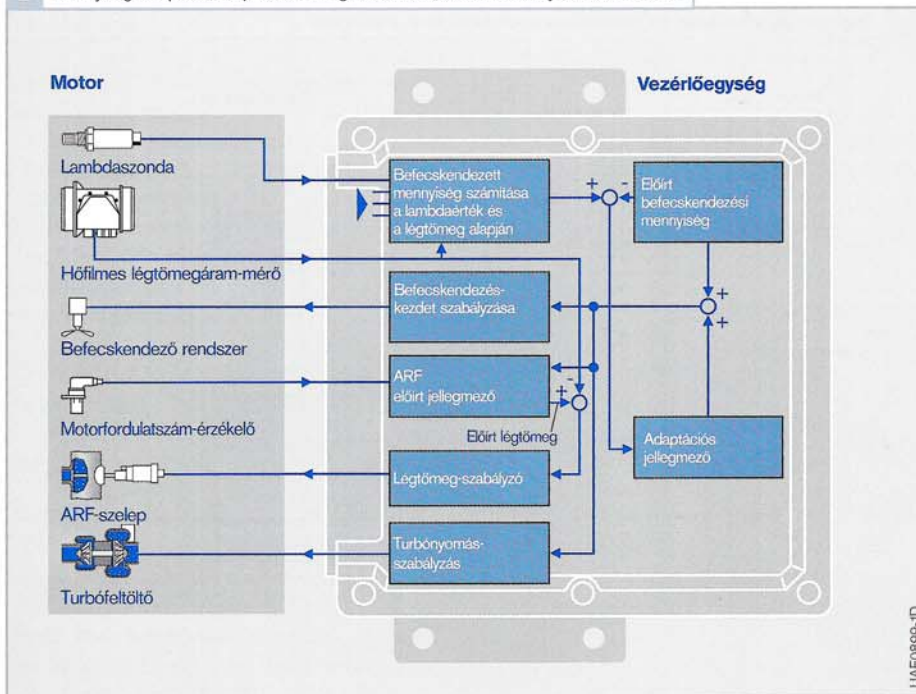
A lambdaszonda adaptációja a tolóüzemben mérhető és a friss levegőhöz tartozó (hőzárólag 21%) oxigénkoncentrációkhoz tartozó jelek különbségét veszi figyelembe.

Így „megtanul” egy korrekciós értéket. Ezzel a tanult korrekciós értékkel a motor minden munkapontjában elvégezhető a mérés alapján meghatározott oxigénkoncentráció korrekciója. Ezen a módon a lambdaszonda teljes élettartama során pontos, eltolódástól mentes adatot kapunk.

A kipufogógáz-visszavezetés légfelesleg-tényezőn alapuló szabályzása

A kipufogógázban lévő maradék oxigéntartalom mérése – a légtömegáram mérésén alapuló kipufogógáz-visszavezetéshez képest – a gépjárműflottára vonatkoztatva szűkebb emissziós tűréstartományokat tesz lehetővé. Így a jövőben a mérések során – a hatályba lépő szigorúbb határértékek mellett is – hozzávetőleg 10...20%-os emissziónyereséget lehet elérni.

2 Mennyiség középérték-adaptáció elvi megvalósítása a „közvetett szabályzás” üzemmódban



Átlagos szállítási érték adaptációja

Az átlagos szállítási érték adaptációja a befecskendezett tüzelőanyag mennyiségéről ad pontos jelet a kipufogógáz szempontjából lényeges szabályzó körök számára (az előírt értékek számításához). Az emisszióra legnagyobb hatása a kipufogógáz-visszavezetés korrekciójának van.

Az átlagos szállítási érték adaptációja az alsó részterhelési tartományban fejt ki hatását. Az összes hengerre vonatkozó befecskendezett tüzelőanyag mennyiségének eltérését határozza meg.

A 2. ábrán (az előző oldalon) látható az átlagos szállítási érték adaptációjának felépítése, illetve a kipufogógáz szempontjából lényeges szabályzó körökbe való beavatkozása.

A szoftver a lambdaszonda és a légtömeg-áram-mérő jeléből számítja ki a ténylegesen befecskendezett tüzelőanyag tömegét. A számított tüzelőanyag-tömeget összehasonlítja annak előírt értékével. A különbséget egy

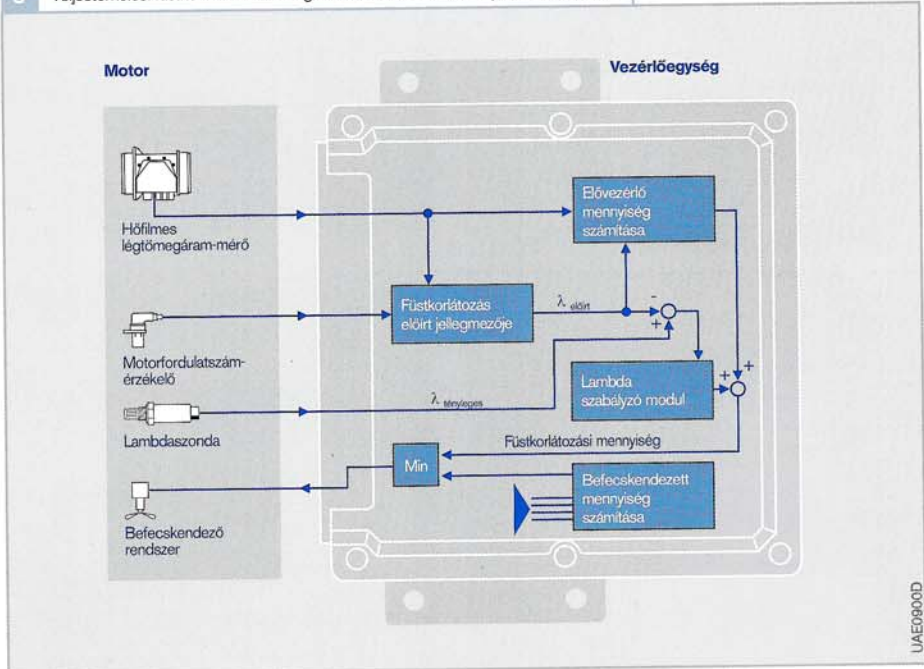
adaptációs jellegmező előre definiált „tanulási pontjaiban” tárolja. Így biztosítható, hogy a munkapont-specifikus korrekciókat a dinamikus állapotváltozások esetében is késedelem nélkül lehessen meghatározni. A korrekciós tényezőket a vezérlőegység EEPROM-ja tárolja, ezért motorindításkor azonnal használhatók.

Az átlagos szállítási érték adaptációnak a meghatározott mennyiségi eltérés alkalmazása alapján két üzemmódját különböztetjük meg:

„Közvetett szabályzás” (Indirect Control)

A közvetett szabályzású üzemmód (2. ábra) az előírt befecskendezési mennyiség pontosabb értékét használja bemenő értéként a kipufogógáz kezelés szempontjából lényeges előírt jellegmezőknél. A befecskendezett mennyiséget az adagolás során nem korrigálja.

3 Teljesterhelési füstkorlátozás elvi megvalósítása a lambdaszabályzás segítségével



„Közvetlen szabályzás” (Direct Control)

A közvetlen szabályzású üzemmód a befecskendezett mennyiség adagolásának korrekciója során használja a mennyiségi eltérést, ezért a ténylegesen befecskendezett mennyiség közelebb lesz az előírt értékhez. Ebben az esetben egy (többé-kevésbé) zárt szabályzó-kört alkalmaznak.

Teljes terhelési füstkorlátozás

A 3. ábra a lambdaszondával megvalósított teljes terhelési füstkorlátozás szabályzási struktúrájának elvi vázlatát mutatja. A cél annak a maximális tüzelőanyag-mennyiségnek a meghatározása, amelynek befecskendezésekor a motor még nem halad meg egy meghatározott füstölési küszöbértéket.

A légtömégárammérő és a motorfordulatszám érzékelő jelei alapján a szoftver egy jellegmezőből meghatározza az előírt lambda értéket ($\lambda_{\text{előírt}}$).

Az így meghatározott értékből és a mért légtömégáramból a vezérlőegység kiszámítja a maximálisan megengedett befecskendezett mennyiséget.

Erre a napjainkban is sorozatgyártásban alkalmazott vezérlésre építik rá a lambda szabályzást. A lambdaszabályzó modul az előírt lambda érték ($\lambda_{\text{előírt}}$) és a méréssel meghatározott tényleges értékből ($\lambda_{\text{tényleg}}$) kiszámítja a tüzelőanyag-mennyiséget. Az előválasztott és a korrekciós mennyiségek összege adja a maximális teljes terhelési tüzelőanyag-mennyiség pontos értékét.

Ezzel a struktúrával az előválasztás jó dinamikája érhető el, a ráépített lambda szabályzással pedig nagyobb pontosság valósítható meg.

Nem kívánt égési folyamatok felismerése

A lambda szonda jele alapján lehet felismerni a tolóüzemben jelentkező nem kívánt égést. Ezt a lambdaszonda jelének egy számított küszöbérték alatti értéke jelzi. Nem kívánt égés esetén a motort egy szabályzó

csappantyú és a kipufogógáz visszavezető szelep zárásával lehet leállítani. A nem kívánt égés felismerése a motor további biztonsági funkcióját jelenti.

Összefoglalás

A lambdaszondán alapuló kipufogógáz-vissavezetés segítségével lényegesen csökkenthető egy gépjárműflotta emissziós értékeinek a gyártási tűrések és az öregedéssel járó eltolódás okozta szórása. Ennek megvalósítására alkalmazzák az átlagos szállítási érték adaptációját.

Az átlagos szállítási érték adaptációja a kipufogógáz szempontjából lényeges szabályzóköri részére ad pontos jelet a befecskendezett mennyiségről az előírt értékek számításához. Ezáltal lehet növelni az érintett szabályzóköri pontosságát. Az emisszióra legnagyobb hatása a kipufogógáz-vissavezetés korrekciójának van.

Kiegészítésként a lambda szabályzással meghatározható a teljes terhelési mennyiség pontos értéke is, valamint észlelhetők az esetleges nem kívánt égések.

A lambdaszonda nagyon pontos jele a tárolórendszerű NO_x katalizátorok regenerálásához szükséges szabályzóköri megvalósítását is lehetővé teszi.

Szabályzás és vezérlés

Alkalmazás

A szabályzási és vezérlési funkcióknak a gépkocsiban lévő különféle rendszerek szempontjából kiemelkedő szerepük van.

A vezérlés elnevezést nemcsak magára a vezérlési folyamatra használjuk, hanem a teljes rendszerre is, amelyben a vezérlés végbemegy (ezért használjuk az *általános vezérlőegység* megnevezést is, noha egy olyan berendezésről van szó, amely szabályzást is végez). Ennélfogva a vezérlőegységekben a vezérlések és a szabályzások számára egyaránt végbemennek számítási folyamatok.

Szabályzás

A szabályzás olyan folyamat, amelynek során egy értéket (az x szabályozott jellemzőt) a rendszer folyamatosan érzékel, egy másik értékkel (a w_1 alapjellel) összehasonlítja, majd az összehasonlítás eredményétől függően az alapjel irányába módosítja. A hatásmechanizmus zárt körben (a szabályozókörben) megy végbe.

A szabályzás feladata, hogy a szabályzási értéket a zavaró hatások ellenére az alapjel értékére korrigálja.

A szabályozókör (1a. ábra) egy önmagába záródó, egy irányban működő hatásmechanizmus. Az x szabályozott jellemző egy negatív visszacsatolás formájában megvalósított körfolyamatban hat vissza saját magára. A vezérléssel szemben a szabályzás a szabályozókörben lévő minden zavaró jelet (z_1, z_2) figyelembe vesz (illetve korrigál).

Példák a gépkocsikban található szabályzó rendszerekre:

- lambdaszabályzás,
- alapjárat fordulatszám szabályzása,
- ABS-/ASR-/ESP-szabályzás,
- klímaszabályzás (belső hőmérséklet).

Vezérlés

A vezérlés egy rendszerben az a folyamat, amelyben egy vagy több bemenő adat más adatokat a rendszerre jellemző törvényszerűségek alapján befolyásol. A vezérlés jellemzője az egyes átviteli csatornáknak vagy vezérlési láncban ható nyitott hatásmechanizmus.

A vezérlési lánc (1.b. ábra) az egyes elemek elrendezését jelenti, amelyek ebben a láncszerkezetben egymásra hatást gyakorolnak. Az egész rendszer egy fölrendelt rendszerben további rendszerekkel tetszőleges hatású kapcsolatokban állhat. Egy vezérlési láncban keresztül csak olyan zavaró hatást lehet legyőzni, amelyet a vezérlőegység mérni tud (például z_1); más zavaró hatások (például z_2) továbbra is akadálytalanul fejtik ki hatásukat. Példák a gépkocsikban található vezérlő rendszerekre:

- elektronikus váltóvezérlés (EGS),
- az injektorok mennyiségének korrekciója és a nyomáshullás-korrekció a befecskendezett mennyiség számításánál.

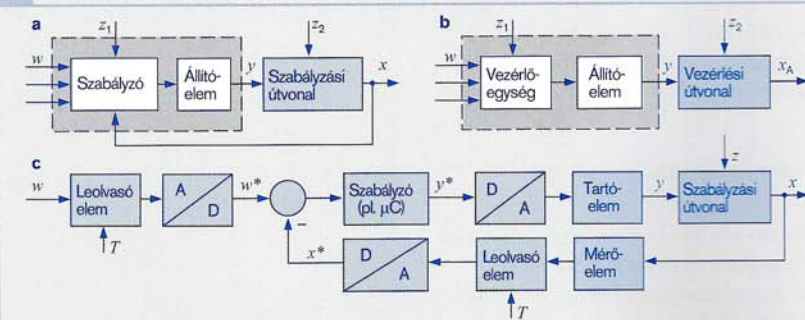
1. ábra

- a Szabályozókör
b Vezérlési lánc
c Digitális szabályzás elvi megvalósítása

- w Vezérlő mennyiség
 x Szabályozott mennyiség
 x_A Vezérlő érték
 y Állítandó mennyiség
 z_1, z_2 Zavaró hatások

- T Mintavételezési idő
* Digitális jelértékek
A Analóg
D Digitális

1 Szabályzó- és vezérlő berendezések



Nyomatékvezérelt EDC-rendszerek

A motorvezérlés egyre szorosabban kapcsolódik a gépkocsiban lévő rendszerek összességéhez. A menetdinamikai rendszerek (például az ASR), a komfortrendszerek (például a tempomat) valamint a váltóvezérlés CAN-buszon keresztül hatnak az elektronikus dízelszabályozásra (az EDC-re). Más részről a motorvezérlés számos, általa érzékelt vagy számított információt a CAN-buszon keresztül átad a többi vezérlőegységnek.

Ahhoz, hogy a jövőben az elektronikus dízelszabályzás funkcionálisan még hatékonyabban kapcsolódhasson a többi vezérlőegységhez, valamint további javításokat és tökéletesítéseket lehessen gyorsan és hatékonyan elvégezni, a legújabb generációhoz tartozó vezérléseket mélyrehatóan átalakították. Ezeket a nyomatékvezérelt dízelmotor-vezérléseket elsőként az EDC16 családban alkalmazták. Fő jellemvonás a modulok közötti csatlások átállítása olyan mennyiségekre, amelyek a járműben ugyanabban a formában fordulnak elő.

A motor jellemző paraméterei

Egy motor külvilágra gyakorolt hatását lényegében három mennyiséggel lehet leírni: a P teljesítménnyel, az n fordulatszámmal és az M forgatónyomatékkal.

Az 1. ábra két dízelmotor tipikus forgatónyomaték- és teljesítménykarakteristikáival átható a motorfordulatszám függvényében. Általánosan érvényes a következő fizikai összefüggés:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M$$

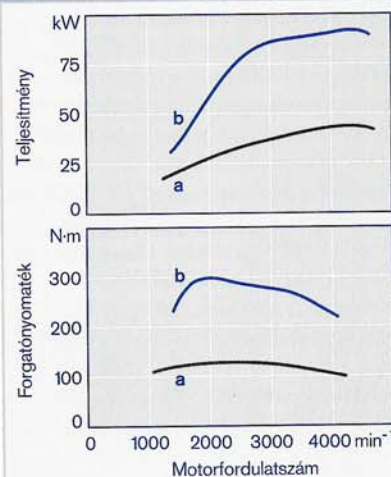
Elegendő tehát például a nyomatékot megadni a fordulatszám függvényében, mint vezérlő mennyiséget. A motorteljesítmény ekkor a fentebb megadott képletből adódik. Mivel a teljesítmény nem mérhető közvetlenül, a motorvezérlés számára a forgatónyomaték adódik mint megfelelő vezérlő mennyiség.

Nyomatékvezérlés

A vezető gyorsításkor a gázpedálon (annak szenzorán) keresztül közvetlenül adja meg a beállítandó forgatónyomatékot. Ettől függetlenül azonban a gépkocsi külső rendszerei a csatoló áramkörökön keresztül olyan forgatónyomaték-igényeket is közölnek, amely a részegységek működéséhez szükségesek (például a klímaberendezéshez, a generátorhoz). A motorvezérlés kiszámítja az ebből adódó összesített motornyomatékot, majd ennek megfelelően vezérli a befecskendező-rendszer és a levegőellátó-rendszer beavatkozó szerveit. Ebből a következő előnyök származnak:

- Egyetlen rendszernek sincs közvetlen hatása a motorvezérlésre (turbónyomás, befecskendezés, előizzítás). A motorvezérlés így a külső igények mellett a főlérendelt optimalizálási kritériumokat is figyelembe tudja venni (például a kipufogógáz-emissziót, a tüzelőanyag-fogyasztást), a motort pedig ennek megfelelően tudja a lehető legmegfelelőbb módon vezérelni.
- Nagy számú funkció, amely nem érinti közvetlenül a motorvezérlést, a dízél- és benzines motorvezérléseknél egységesen valósítható meg.
- A rendszerek bővítéseit gyorsan végre lehet hajtani.

1 Példa a nyomaték- és a teljesítmény-karakteristikákra a fordulatszám függvényében két kb. 2,2 l lökettérfogatú személygépkocsi dízelmotor esetében!



1. ábra

a Gyártási év: 1968

b Gyártási év: 1998

A motorvezérlés időzítése

Az előírt értékeknek a vezérlőegységben történő további feldolgozásának folyamatát a 2. ábrán láthatjuk vázlatos formában. Feladatai ellátásához a motorvezérlés összes vezérlési funkciója nagy számú szenzorjelet, valamint a gépkocsiban lévő más vezérlőegységektől érkező információt igényel.

Hajtó nyomaték

A vezető által megadott értéket (tehát a gázpedálszenzor jelét) a motorvezérlés mint a hajtó nyomatékra vonatkozó igényt értelmezi. A rendszer ugyanígy figyelembe veszi a menetsebesség-szabályozás, illetve korlátozás által közölt igényt is.

Az előírt hajtó nyomatékok feldolgozása után következik – szükség esetén – a kerekek blokkolásakor a számított érték növelése, illetve kipörgő kerekeknél annak csökkentése a menetdinamikai rendszer (ASR, ESP) utasítására.

További külső nyomatékigények

Figyelembe kell venni a hajtáslánc nyomaték-illesztését (hajtáslánc áttételi arány). Ezt főként az egyes sebességfokozatok áttételi viszonya, valamint automata váltó esetében a nyomatékváltó határfoka határozza meg. Automata váltós gépkocsiknál a váltóvezérlés a kapcsolási folyamatok előtt megadja a szükséges nyomatékot, ami lehetővé teszi, hogy a kapcsolás rángatás nélkül, kényelmesen, ugyanakkor a váltót kímélve menjen végbe. Ezen kívül a rendszer meghatározza a motor által működtetett további mellékajtások nyomatékigényét (ilyenek például a klímakompresszor, a generátor, a szervó-szivattyú). Ezek nyomatékigényét a teljesítményből és a fordulatszámából vagy maguk a berendezések számítják ki, vagy a motorvezérlés. A motorvezérlés összeadja a nyomatékigényeket. Ezen a módon a gépkocsi menettulajdonságai a mellékajtások és a motor üzemmódváltásai ellenére sem változnak meg.

Belső nyomatékigények

Ennél funkcionál avatkozik be az alapjárat-szabályzó és az aktív rángatáscsillapítás.

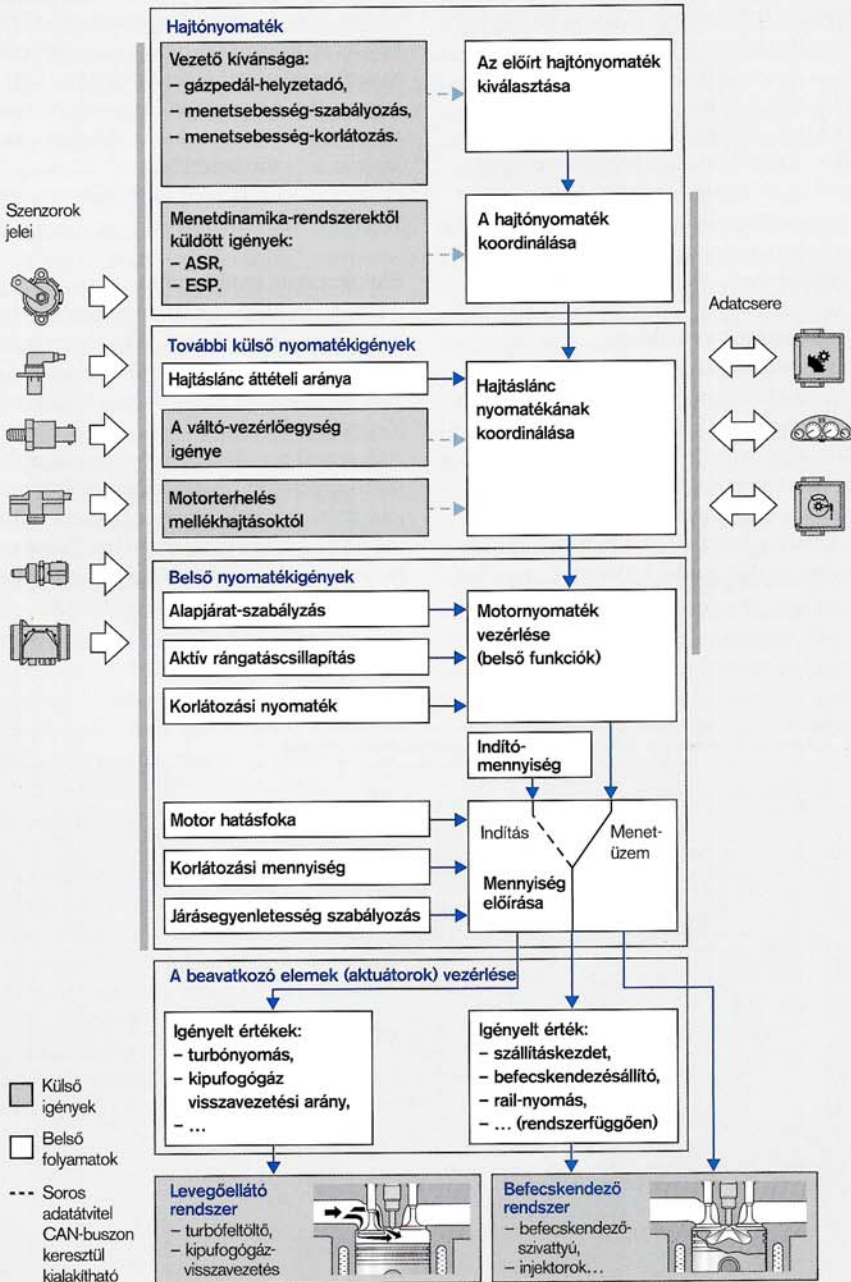
A nagy befecskendezett mennyiség vagy a motor mechanikus meghibásodásából eredő megengedhetetlenül erős füstképződés esetén például a belső nyomatékigénnyel szemben korlátozás lép érvénybe. Az eddig alkalmazott motorvezérlő rendszerekkel ellentétben a korlátozások nemcsak a tüzelőanyag-mennyiségre vonatkozóan léphetnek fel, hanem a kívánt hatásnak megfelelően közvetlenül az érintett fizikai mennyiségeknél is.

A motor veszteségeit a rendszer úgyszintén figyelembe veszi (például a súrlódást, a nagynyomású szivattyú hajtását). A forgatónyomaték jelenti a motor külvilágra gyakorolt hatását. A vezérlés azonban ezt a hatást csak a helyes pillanatban végzett, megfelelő mennyiségű tüzelőanyag-befecskendezéssel, a levegőellátó-rendszer szükséges peremfeltételei mellett (például turbónyomás, kipufogógáz visszavezetési aránya) tudja létrehozni. A szükséges befecskendezési mennyiséget az égési folyamat aktuális határfoka határozza meg. A kiszámított tüzelőanyag-mennyiséget egy védelmi funkció (például a motor túlhevülése elleni védelem) korlátozza, illetve szükség esetén a járásegyenletesség-szabályzás módosítja.

Az indítási folyamat során a befecskendezett mennyiséget nem külső tényezők (mint például a vezető) határozzák meg, hanem a rendszer külön indítómenyiség vezérlő funkciója számítja ki.

A beavatkozó elemek (aktuátorok) vezérlése A befecskendezési mennyiség így kapott értékéből a szoftver meghatározza a befecskendező-szivattyú, illetve a befecskendező szelepek vezérlési adatait, valamint a levegőellátó rendszer optimális munkapontját.

2 A motorvezérlés elvi működése a nyomatékvezérelt dizelszabályozás esetében



Adatcsere a többi rendszerrel

Tüzelőanyagfogyasztás-jel

A motor-vezérlőegység (1. ábra, 3.) kiszámítja a tüzelőanyag-fogyasztást, majd a jelet a CAN-buszon keresztül átadja a műszerfal kijelző egységének vagy a különálló fedélzeti számítógépnek (6). A kijelző a gépkocsivezető számára megjeleníti a pillanatnyi tüzelőanyag-fogyasztást, vagy a még megtehető távolságot. A régebbi rendszerek a tüzelőanyag fogyasztást PWM-jelként adták ki (impulzusszélességen modulált jel).

Az indítómotor vezérlése

Az indítómotor (8) vezérlését végezheti a motor-vezérlőegység is. Az EDC ezzel biztosítja, hogy a vezető járó motor esetén ne működtethesse az indítómotort. Az indítómotor csak annyi ideig működik, amennyi ahhoz szükséges, hogy a motor biztosan felpörögjön. Ennek a funkciónak a hatására az indítómotor kisebb, ezáltal kedvezőbb árú lehet.

Izzításvezérlő-berendezés (GZS)

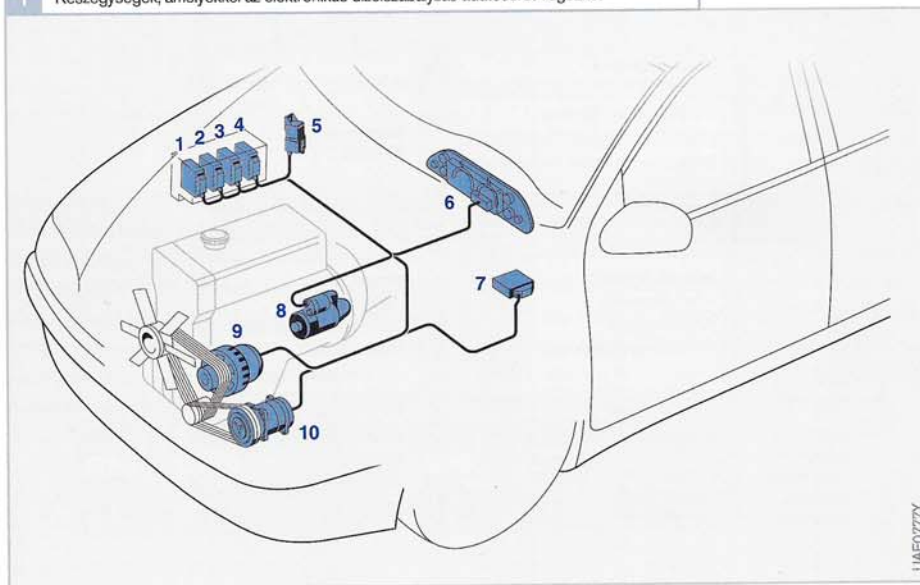
Az izzításvezérlő-berendezés (5) a motor-vezérlőegységtől kap az izzítási folyamat időpontjára és tartamára vonatkozó adatokat. Az izzításvezérlő-berendezés működteti az izzítógyertyákat és felügyeli az izzítási folyamatot. A diagnosztikai funkciók számára az esetleges meghibásodásokat visszajelzi a motor-vezérlőegység számára. Az előízzítást jelző lámpát többnyire a motor-vezérlőegység működteti.

Elektronikus indításgátló

Az illetéktelen használat megakadályozása érdekében a motort csak akkor lehet beindítani, ha előbb egy kiegészítő indításgátló vezérlőegység (7) engedélyezi a motor-vezérlőegység működését.

A vezető egy távkapcsolón vagy az indító-izzító kapcsolón („gyújtáskulcs”) keresztül jelzi az indításgátló vezérlőegységének, hogy jogosult a gépkocsi használatára. Ekkor engedélyezi a motor-vezérlőegység működését, lehetséges az indítás és a menetüzem.

1 Részegységek, amelyekkel az elektronikus dízel szabályzás adatcserét végezhet



1. ábra

- 1 ESP-vezérlőegység (ABS-sel és ASR-rel)
- 2 Váltó-vezérlőegység
- 3 Motor-vezérlőegység (EDC)
- 4 Klíma-vezérlőegység
- 5 Izzításvezérlő-berendezés
- 6 Műszerfal kijelző egység, fedélzeti számítógéppel
- 7 Indításgátló vezérlőegység
- 8 Indítómotor
- 9 Generátor
- 10 Klímakompresszor

Külső nyomatékváltoztatási igény

Külső nyomatékváltoztatási igény esetén a befecskendezési mennyiséget egy másik vezérlőegység (például a váltóvezérlés, vagy az ASR) módosítja. Ez utóbbi közli a motorvezérlőegységgel, hogy meg kell változtatni a motor nyomatékát (ezzel együtt a befecskendezett mennyiséget), illetve a változtatás mértékét.

A generátor vezérlése

Az EDC egy szabványosított soros interfészen keresztül távvezérelheti és felügyelheti a generátort (9). A szabályzó-feszültség vezérlése és a generátor teljes kikapcsolása egyaránt lehetséges. A generátor töltési tulajdonságait (például lemerült akkumulátor esetén) az alapjáratú fordulatszám felemelésével lehet támogatni. A generátor egyszerű diagnosztikája ugyanezen az interfészen keresztül lehetséges.

Klíma berendezés

Ahhoz, hogy magas külső hőmérsékletek esetén is kellemes beltéri hőmérsékletet lehessen tartani, a klímaberendezés a gépkocsi utasterének levegőjét a klímakompresszor (10) segítségével hűti. Ennek teljesítményigénye a motor típusának és az aktuális üzemi pontnak megfelelően akár a motor teljesítményének 30%-át is elérheti.

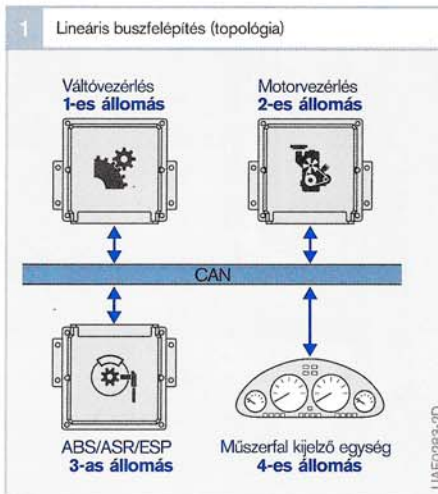
Amikor a vezető teljesen benyomja a gázpedált, vagy hirtelen működteti azt (ezáltal ki fejezi a maximális motornyomaték-igényét), a motorvezérlés rövid időre lekapcsolhatja a klímakompresszort. Ezen a módon a teljes motornyomaték a hajtás rendelkezésre áll. Mivel a kompresszor csak rövid időre kapcsolódik ki, ez nem befolyásolja a gépkocsi utastéri hőmérsékletét.

Soros adatátvitel a CAN-buszon keresztül

A gépkocsik egyre nagyobb számú elektronikus rendszerrel vannak felszerelve, amelyek intenzív adat- és információcserét igényelnek. Az adatmennyiségekkel és azok átviteli sebességével kapcsolatos elvárás pedig egyre magasabb.

A CAN (Controller Area Network) speciálisan a gépjárművek számára kifejlesztett lineáris buszrendszer (1. ábra). Mára már más területeken is alkalmazzák (például az épületgépészetben).

Az adatokat egy közös (busz-) vezetéken sorosan, tehát bitenként egymás után továbbítják. A CAN-rendszer minden résztvevője hozzáfér a buszhoz. Ezek az állomások a vezérlőegységekben lévő CAN-csatolón keresztül tudnak adatokat küldeni és fogadni. A hálózatba kapcsolásnak köszönhetően egyetlen buszvezetéken lényegesen nagyobb adatmennyiség szállítható és érhető el több állomás számára, így a buszrendszer jóval kevesebb összekötésből kiépíthető. A hagyományos rendszereknél az adatsere az egyes pontokat egyedileg összekötő adatvezetékeken megy végbe.



Diagnosztika

Az elektronika részarányának növekedése a gépkocsikban, a járművek szoftveres vezérlése, valamint a korszerű befecskendező rendszerek egyre nagyobb komplexitása magas követelményeket állít a diagnosztikai koncepciókkal, a menetüzem közben megvalósuló felügyelettel (fedélzeti diagnosztika, On-Board-Diagnose) és a műhelydiagnosztikával szemben (1. ábra). A műhelydiagnosztika alapja a vezetett hibakeresés, ami a különféle fedélzeti és külső diagnosztikai módszerek, illetve a diagnosztikai berendezések együttes alkalmazása. A kipufogógáz-kibocsátást szabályozó előírások szigorodásával és a folyamatos felügyelet iránt fellépő igény megjelenésével a törvényhozó testületek is elismerték a fedélzeti diagnosztikát, mint a kipufogógázkibocsátás felügyeletének segédeszközét. Emellett megoldották annak márkafüggetlen szabványosítását is. Ezt a vezérlőegységben kiegészítésképpen kialakított rendszert **OBD-rendszernek** nevezzük (On-Board Diagnostic).

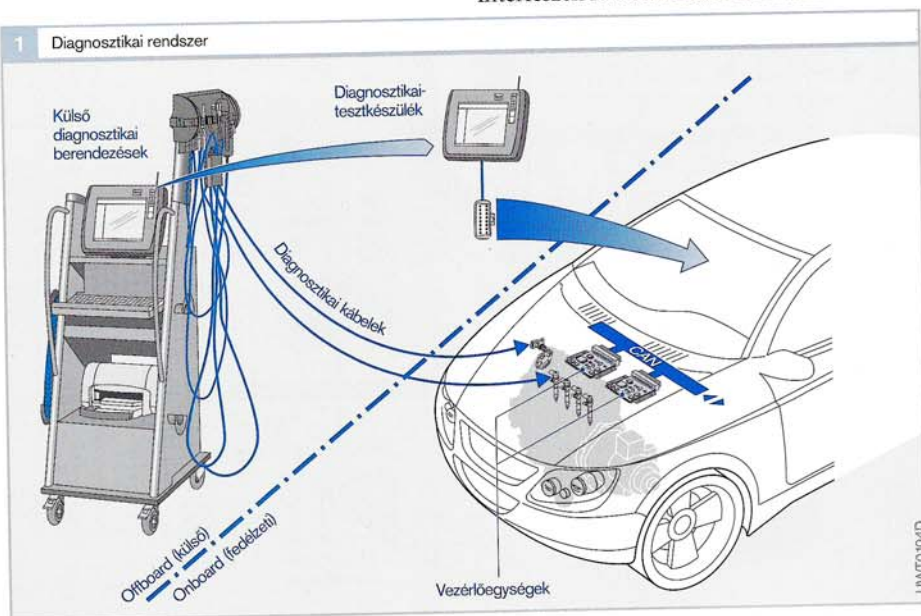
Fedélzeti diagnosztika (On-Board-Diagnose)

Áttekintés

A vezérlőegységbe integrált diagnosztika az elektronikus motorvezérlő rendszerek alapfelszereléséhez tartozik. A vezérlőegység saját vizsgálata mellett a bemenő- és kimenő jelek, valamint a vezérlőegységek közötti kommunikáció felügyeletét is ellátja.

Egy elektronikus rendszer fedélzeti diagnosztikáján a vezérlőegységnek azt a képességét értjük, amellyel a „szoftveres intelligenciára” támaszkodva képes önmagát folyamatosan felügyelni, tehát a hibákat észrevenni, hibakódokat tárolni, illetve azokat diagnosztikai szempontból értékelni. A fedélzeti diagnosztikához nincs szükség kiegészítő berendezésekre.

A felügyeleti algoritmusok menet közben vizsgálják a bemenő és kimenő jeleket, valamint a teljes rendszert annak minden funkciójával együtt a hibás működés, illetve esetleges zavarok szempontjából. Az ennek során talált hibákat a vezérlőegység hibatárolójába kerülnek hibakódok formájában. A hibákra vonatkozó információkat egy soros interfészen keresztül lehet kiolvasni.



A bemenő jelek felügyelete

A szenzorokat, csatlakozókat és a vezérlőegységhez vezető összekötő kábeleket (a jelútvonalat) a rendszer (2. ábra) a kiértékelt bemenő jelek alapján vizsgálja. Ezzel az ellenőrzéssel a szenzorok meghibásodása mellett a zárlatokat (akkumulátorfeszültségre, testre), illetve a vezetékszakadásokat is ki lehet mutatni. Ehhez a rendszer a következő eljárásokat alkalmazza:

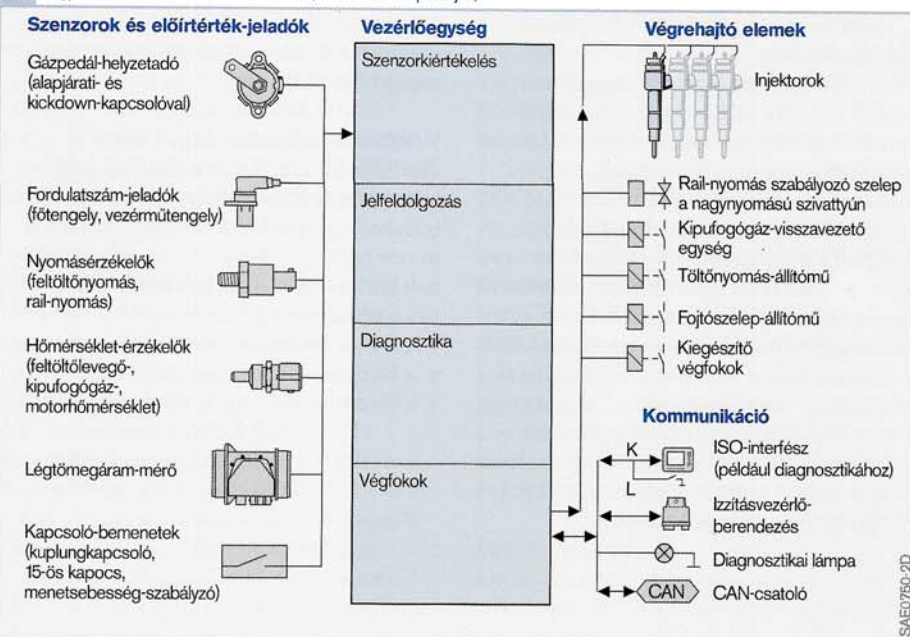
- A szenzor tápfeszültségének ellenőrzését (amennyiben van ilyen).
- A mért értékeket ellenőrzi a megengedett értéktartományhoz viszonyítva (ez lehet például 0,5...4,5 V).
- Amennyiben többletinformációk is vannak, a rendszer elvégzi a mért érték elfogadhatóságának vizsgálatát (például összehasonlítja a főtengely és a vezérműtengely fordulatszámát).
- A különösen fontos szenzorok (például a gázpedál-érzékelő) redundáns módon (például megduplázva) vannak kialakítva. Ezek jelét ebben az esetben közvetlenül egymással lehet összehasonlítani.

Kimenő jelek felügyelete

A rendszer a vezérlőegység által végfokon keresztül vezérelt beavatkozó szerveket (2. ábra) ellenőrzi. A felügyeleti funkcióval a beavatkozó szervek hibája mellett a vezetékszakadásokat és a zárlatokat is fel lehet ismerni. Ehhez a rendszer a következő eljárásokat alkalmazza:

- A kimenő jel áramkörének ellenőrzése a végfok segítségével. Az adott áramkört akkufeszültségre való zárlat, testzárlat és szakadás szempontjából ellenőrzi.
- A rendszer közvetlen vagy közvetett módszerrel figyeli a végrehajtó elem hatását a rendszer egészére (funkció- vagy elfogadhatósági vizsgálat alapján). A rendszer a beavatkozóműveket (például a kipufogógáz-visszavezető szelepet, a fojtószelepet vagy a perdtítő-csappantyút) a szabályozókörökön keresztül közvetetten ellenőrzi (hiba esetén folyamatos szabályzási eltérés jelenik meg), részben pedig kiegészítésképpen helyzetérzékelőkkel (turbófeltöltőnél például vizsgálja a geometria állását).

2 Egy elektronikus rendszer elvi vázlata (a common rail példáján)



A belső vezérlőegység-funkciók felügyelete

Annak érdekében, hogy a vezérlőegység helyes működése folyamatosan biztosított legyen, a hardverbe és a szoftverbe felügyeleti funkciókat ültetnek be (például „intelligens” végfokokat). Ezek a felügyeleti funkciók a vezérlőegység egyes alkotóelemeit ellenőrzik (például egy mikrokontrollert, a Flash-EPROM-ot, a RAM-ot). A rendszer sok tesztet már rögtön a bekapcsolás után elvégez. További felügyeleti funkciókat menetüzemben hajt végre, amelyeket időnként megismétel, amivel egy részegység meghibásodását működés alatt megállapíthatja. Azokat a teszteket, amelyek nagyon nagy számítógépkapacitást igényelnek, vagy egyéb okokból kifolyólag nem végezhetők el menet közben, a vezérlőegység a motor kikapcsolása után hajtja végre. Ezen a módon a többi funkciót ez nem fogja befolyásolni. A dízelmotorok common rail rendszereinél az injektorokat a felpörgés közben vagy a motor leállítása után vizsgálja a vezérlőegység. Benzinmotorok esetében a rendszer kikapcsolás után ellenőrzi például a Flash-EPROM áramkört.

A vezérlőegységek közötti kommunikáció ellenőrzése

A többi vezérlőegységgel való kommunikáció többnyire a CAN-buszon keresztül történik. A CAN-protokollba zavarfelismerő ellenőrző eljárásokat integrálnak, amelyek segítségével az átviteli hibák már a CAN-áramkörben felderíthetők. Ennek alapján végezhet a vezérlőegység további ellenőrzést. Mivel a legtöbb üzenetet az adott vezérlőegység szabályos időközönként ismétli, ezért például egy CAN-kontroller meghibásodását a rendszer már az időintervallum elteltével felismerheti. Kiegészítésképpen, amennyiben a fogadott értékekről a vezérlőegységnek redundáns információi vannak, úgy azokat a többi bemenő jelhez hasonlóan ellenőrzi az elfogadhatóság szempontjából.

Hibakezelés

Hibafelismerés

Egy jelútvonalat a rendszer akkor tekint véglegesen hibásnak, ha a hiba egy előre meghatározott ideig fennáll. A hibásként való besorolásig a rendszer az utoljára érvényesnek tekintett adatot használja.

A besorolással egy időben rendszerint valamilyen helyettesítő funkció lesz aktív (például a motorhőmérséklet helyettesítő értéke $T = 90^{\circ}\text{C}$).

A legtöbb hibánál a gépkocsi üzemelése során lehetőség van annak „megjavulására”, illetve arra, hogy a részegységet a rendszer újra hibátlanak tekintse. Ehhez a jelútvonalnak előre definiált ideig hibátlanak kell lennie.

Hibatárolás

Minden egyes hiba a rendszer kikapcsolásakor sem törölődő memóriájába kerül egy hibakód formájában. A hibakód a hiba típusát is leírja (például zárlat, vezetékszakadás, nem elfogadható érték, értéktartomány túllépése). Minden egyes hibabejegyzéssel együtt kiegészítő információk is tárolódnak (Freeze Frame), mint például a hibakód tárolásának pillanatában fennálló üzemi és környezeti paraméterek (ilyen a motorfordulatszám, a motorhőmérséklet stb.).

Vészüzemi funkciók (Limp home)

Egy hiba felismerésekor az értékek helyettesítése mellett a vezérlőegység vészüzemi intézkedéseket is foganatosíthat (például a motor teljesítményének és -fordulatszámának korlátozását). Ezeknek az intézkedéseknek a célja:

- a menetbiztonság növelése,
- a káros következmények elkerülése,
- a károsanyag-emisszió minimalizálása.

On-Board Diagnostic rendszer személygépkocsikon és könnyű haszongépjárműveken

Ahhoz, hogy a hatályos rendelkezések által megkövetelt emissziós határértékeket a mindennapok során is be lehessen tartani, a motornak és részegységeinek felügyeletét folyamatosan el kell látni. Ezért lépett érvénybe a károsanyag kibocsátás szempontjából lényeges rendszerek és részegységek folyamatos felügyelete – elsőként Kaliforniában. Ennek során a gyártóspecifikus fedélzeti diagnosztikát az emisszióval kapcsolatos részegységek és rendszerek vonatkozásában egységesítették és továbbfejlesztették.

Törvényi előírások

OBD I (CARB)

Az OBD I-gyel 1988-ban lépett életbe Kaliforniában a CARB-előírások első fokozata (CARB = California Air Resources Board). Az OBD-nek ez a változata a következőket írja elő:

- A kipufogógáz szempontjából lényeges elektromos részegységek felügyeletét (zárlat, vezetékszakadás szempontjából), valamint a hibák tárolását a vezérlőegység memóriájában.
- Egy hibajelző lámpa beépítését (Malfunction Indicator Lamp, MIL), amely a vezetőt értesíti a felismert hibákról.
- A fedélzeten elérhető eszközökkel (ilyen például a diagnosztikai lámpával kijelzett villogókód) kimutatható kell legyen, melyik a meghibásodott részegység.

OBD II (CARB)

1994-ben OBD II néven lépett hatályba a diagnosztikai előírások második lépcsője – szintén Kaliforniában. A dízelmotorral szerelt járművek számára 1996-tól kezdődően kötelező az OBD II. Az OBD I kiegészítéseként ehhez már a rendszer működőképességét is vizsgálni kell (például el kell végezni a szenzorok jeleinek vizsgálatát elfogadhatóság szempontjából).

Az OBD II előírja, hogy az összes, a kipufogógáz szempontjából lényeges rendszer és részegység, amelynek meghibásodása a

károsanyag-emisszió növekedéséhez vezetne, felügyelet alatt álljon. Kiegészítésképpen minden, az emisszióreleváns alkatrészek vizsgálatára szolgáló, illetve a diagnosztika eredményét esetleg befolyásoló részegységet szintén ellenőrizni kell.

Rendszerint minden kipufogógáz-tesztciklus (például az FTP 75) során legalább egyszer le kell futtatni az összes vizsgálandó részegység és rendszer diagnosztikai funkcióját. Ezen kívül elvárás az is, hogy minden diagnosztikai funkció a napi üzem során is kellően nagy számban lefusson. A 2005-ös modellévtől kezdődően nagy számú felügyeleti funkció számára előre definiált gyakoriság van előírva („In Use Monitor Performance Ratio”).

Az OBD II bevezetése óta a törvényt már többször is átdolgozták. A legutolsó változat a 2004-es modellévtől kezdve lépett hatályba. További változatok megjelenését jelentették be.

OBD (EPA)

Az Egyesült Államok többi szövetségi államában 1994 óta az EPA (Environmental Protection Agency) szövetségi hivatal előírásai érvényesek. Ennek a diagnosztikának a tartalma nagy vonalakban azonos a CARB-előírásokkal (OBD II).

A CARB és EPA által előírt OBD szabályozás minden személygépkocsira érvényes (12 férőhelyig), valamint a 14 000 lbs-nél (6,35 tonnánál) kisebb könnyű-tehergépkocsikra.

EOBD (EU)

Az európai viszonyokra alakított OBD rendszer neve EOBD, amely nagy vonalakban az EPA-OBD-n alapul.

Az EOBD 2000 januárjában lépett hatályba, a 3,5 tonnánál kisebb, maximum 9 személyes, benzinmotorral hajtott személygépkocsikra és könnyű-tehergépkocsikra érvényes. 2003 januárjától az EOBD rendelkezései a dízelmotoros személygépkocsikra és könnyű tehergépkocsikra is érvényesek.

Egyéb országok

Egyes más európai országok már átvették az EU vagy az USA OBD rendszerét, illetve tervezik annak bevezetését.

Diagnosztika a műhelyben

Ennek a diagnosztikának a feladata a legkisebb (külön cserélhető) meghibásodott egység gyors és biztos azonosítása. Ennek során egyszerre kell használni a vezérlőegység által szolgáltatott „fedélzeti” (on-board) információkat, valamint a külső vizsgálati módszerek és a diagnosztikai berendezések által szállított adatokat. Ebben a munkában nyújt segítséget az ESI[tronic] elektronikus szervizinformációs rendszer. Nagy számú lehetséges problémához (például: rángat a motor stb.) és hibajelenséghez (például: a motorhőmérséklet-jeladó zárlatos) tartalmazza a megfelelő hibakeresési útmutatót.

Vezetett hibakeresés

Az információs rendszer jelentős része a vezetett hibakeresés. A műhelyben dolgozó szakembert a rendszer a tünetek alapján (hi-

bajelenség, vagy bejegyzés a hibatárolóban) vezeti egy logikusan felépített, interaktív útmutató alapján. Ez a vezérlőegységben lévő (on-board) hibakódokra, és külső eszközökre (beavatkozóművek vizsgálata, diagnosztikai berendezések) egyaránt támaszkodik.

A vezetett hibakeresést, a hibatároló kiolvasását, a műhelydiagnosztikai funkciókat, valamint a külső diagnosztikai berendezésekkel való kommunikációt egyaránt a PC-alapú diagnosztikai berendezés végzi el. Ez lehet márkaspecifikus tesztberendezés, vagy univerzális készülék (mint például a Bosch KTS 650 berendezése).

A hibatároló bejegyzéseinek kiolvasása Az üzem közben tárolt hibakódokat (hibatároló bejegyzéseket) a jármű rendszeres karbantartása vagy javítása során olvassák ki a szervizben egy soros interfészen keresztül. A hibakódok kiolvasását a diagnosztikai teszter segítségével lehet elvégezni. A szakember ilyenkor a következőkről szerez információt:

- hibás működés (például rossz motorhőmérséklet-érzékelő),
- hibakódok (például: „testzárlat”, „nem elfogadható (nem értelmezhető) jel”, „állandó hiba”),
- környezeti feltételek (mérési értékek a hibatárolás pillanatában, például fordulatszám, motorhőmérséklet stb.).

A hibatárolónak a műhelyben való kiolvasása, valamint a meghibásodás elhárítása után a hibatároló a tesztberendezéssel törölhető. A vezérlőegység és a tesztberendezés közötti kommunikáció céljából a gépkocsiban egy megfelelő csatlakozónak kell lennie.

Beavatkozóelem-diagnosztika

Ahhoz, hogy a műhelyben az egyes beavatkozó elemeket (aktuátorokat) célzottan aktiválni lehessen, azok működésének ellenőrzése érdekében a **vezérlőegység** szoftverének egy beavatkozóelem-diagnosztikai modult kell tartalmaznia. Ezt a teszt üzemmódot a diagnosztikai teszter indítja el, csak álló gépkocsinál használható, adott fordulatszámon,

1 Vezetett hibakeresés elvégzése CAS[plus] segítségével

Azonosítás

Hibakeresés az ügyfél észrevételei alapján

Hibatároló kiolvasása és megjelenítése

Részegységvizsgálat indítása a megtalált hibakódtól

Vezérlőegység-diagnosztika által megadott és a multiméterrel megmért tényleges értékek megjelenítése a részegységek vizsgálatánál

Az előírt-/tényleges érték összehasonlítás lehetővé teszi a hiba felderítését

Javítás elvégzése, ehhez az alkatrészek azonosítása, a kapcsolási rajzok az ESI[tronic]-ban található

Hibás alkatrész cseréjen

Hibatároló törlése

1. ábra
A CAS[plus] rendszer (Computer Aided Service, számítógéppel támogatott javítás) a vezérlőegység-diagnosztikát és a SIS-hibakeresési útmutatót kapcsolja össze a még hatékonyabb hibakeresés érdekében. A diagnosztika és a javítás számára döntő értékek azonnal egyetlen képernyőn jelennek meg.

esetleg leállított motornál. Többek között ezen a módon lehetséges a beavatkozó elemek akusztikus (például szelepek kattogása), optikai (például csappantyúk mozgása) vagy más módszerek útján (például elektromos jelek mérésével) történő ellenőrzése.

Műhelydiagnosztikai funkciók

Az on-board módszerekkel nem felderíthető hibákat a rendszer kisegítő funkciói alapján lehet körülhatárolni. Ezek a műhelydiagnosztikai funkciók a motor-vezérlőegységbe vannak beültetve, és a diagnosztikai teszterrel lehet őket aktiválni.

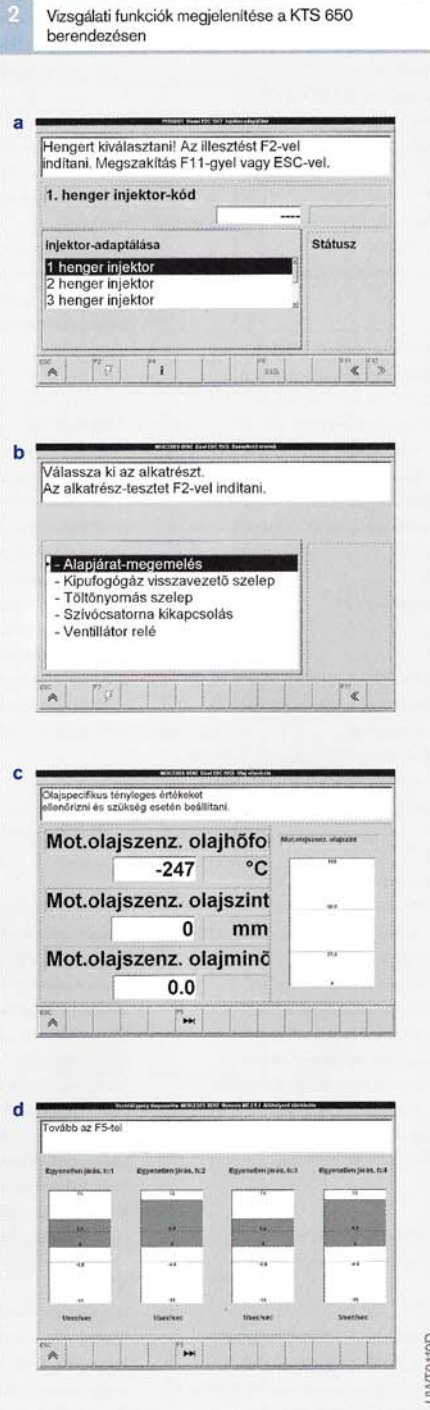
A műhelydiagnosztikai funkciók vagy az indítás után a diagnosztikai teszter kezdeményezésére teljesen önműködően lefutnak, majd végül visszajelzik a vizsgálat eredményét, vagy pedig a diagnosztikai teszter átveszi a folyamat futtatásának vezérlését, az adatok gyűjtését, illetve kiértékelését. A vezérlőegység ebben az esetben csak az egyes parancsokat hajtja végre.

Példa

A kompresszióteszt alatt a befecskendezés ki van kapcsolva, míg a motort az indítómotor forgatja. A motor-vezérlőegység a főtengelyszög függvényében érzékeli a pillanatnyi fordulatszámot. A fordulatszám-ingadozásokból, tehát a legalacsonyabb és a legmagasabb fordulatszámérték közötti különbségből megbecsülhető az egyes hengerek kompressziós végnyomása, amiből következtetni lehet a motor állapotára.

Külső diagnosztikai berendezések

A diagnosztikát kiegészítő szenzorok, tesztberendezések és külső kiértékelő készülékek alkalmazásával lehet kibővíteni. A külső diagnosztikai berendezéseket hibakeresésénél a műhelynek kell az adott járműhöz illeszteni.



2. ábra

- Injektorok illesztése
- Beavatkozómű-teszt kiválasztása
- Motorolaj-specifikus adatok kiolvasása
- Egyenletes alaplát paramétereinek kiértékelése

Szakkifejezések

A

Adagolóegység 43
 Adaptáció (lambdaszabályzás) 77
 Adatátvitel, soros 85
 Adatfeldolgozás (EDC) 66
 Aktív rángatáscsillapítás (EDC) 72
 Alapjárat-szabályzás (EDC) 70

B

Beavatkozóelem-diagnosztika (műhelytechnika) 90
 Befecskendezés szabályzása (EDC) 68

C

CAN-buszrendszer (EDC) 85
 CARB-előírások (diagnosztika) 89
 CARB-előírások (diagnosztika) 89
 Common rail rendszer
 - haszongépjármű (EDC) 15, 65
 - személygépkocsi (EDC) 10, 64
 Common rail 4
 Csatlakozócsonk 58

D

Diagnosztika 86

E

EDC-rendszerek, nyomatékvezérelt, 81
 Elektromos tüzelőanyag-szivattyú 20
 Elektronika 39
 Elektronikus dízelszabályzás (EDC), 62
 Elektronikus indításgátló (EDC), 84
 Előírások (diagnosztika), 89

F

Fedélzeti diagnosztika 86
 Felügyelet, belső vezérlőegység
 funkciók (fedélzeti diagnosztika) 87
 Felügyelet, bemenő jelek
 (fedélzeti diagnosztika) 87
 Felügyelet, kimenő jelek
 (fedélzeti diagnosztika) 87
 Felügyelet, menetüzem közben 86
 Felügyelet, vezérlőegység kommunikáció
 (fedélzeti diagnosztika) 88
 Fogaskerékes tüzelőanyag-szivattyú 22
 Furatos porlasztó fúvókák 52

G

Generátor, vezérlés 85
 Görgőcellás tápszivattyú, 21

H

Hibafelismerés (fedélzeti diagnosztika
 = On-Board-Diagnose) 88
 Hibakeresés, vezetett (műhelytechnika) 90
 Hibakezelés (fedélzeti diagnosztika

= On-Board-Diagnose) 88

Hibatárolás (fedélzeti diagnosztika

= On-Board-Diagnose) 88

Hidraulikus csatló 36

I

Illdítófeszültség 32
 Indítómenyiség (EDC) 70
 Indítómotor vezérlése (EDC) 84
 Injektor 28
 Injektorok mennyiségének korrekciója (EDC) 74
 Injektorváltózatok 31
 Izításvezérlő-berendezés (EDC) 84
 Járás egyenletesség szabályzása (EDC) 72

K

Kavitáció a nagy nyomású tüzelőanyag-rendszerben 61
 Két szabályzó elemes rendszer 7
 Kipufogógáz-visszavezetés
 (lambdaszabályzás) 77
 Kiszorítós elven működő szivattyú 21
 Klimaberendezés, vezérlés 85
 Korlátozási mennyiség (EDC) 73
 Közbenső fordulatszám szabályozása (EDC) 71
 Közvetett szabályzás (= Indirect Control,
 lambdaszabályzás) 78
 Közvetlen szabályzás (= Direct Control,
 lambdaszabályzás) 78
 Külső nyomatékbeavatkozás (EDC) 85

L

Lambdaszabályzás személygépkocsi
 dízelmotorokon 76

M

Magassági korrekció (EDC) 73
 Mágnesszelep-vezérlésű injektorok
 vezérlése 32
 Mágnesszelep-vezérlésű injektorok 29
 Menetsebesség-korlátozás (EDC) 71
 Menetsebesség-szabályozás (EDC) 71
 Menetüzem (EDC) 70
 Mennyiség középérték-adaptáció (EDC) 74, 77
 Mennyiségi jellegmező 30
 Mennyiségi plató 30
 Mennyiségkiegyenlítő szabályzás (EDC) 72
 Mennyiség-szabályzás 7
 Motorféklükció (EDC) 73
 Motorvezérlés, lefutás (EDC) 82

N

Nagynyomású tüzelőanyag-vezetékek 59
 Nagynyomású csatlakozások 58
 Nagynyomású részegységek (CR) 26
 Nagynyomású szabályzás (CR) 10
 Nagynyomású szivattyúk (CR) 40

Nem kívánt égés felismerése

(lambdaszabályzás) 79

Nullmennyiség kalibrálása (EDC) 74

Nyomáseleállítási (CR) 6

Nyomáshullám-korrekció (EDC) 74

Nyomáskiegyenlítés (lambdaszabályzás) 77

Nyomáskorlátozó szelep 49

Nyomásszabályzás (CR) 6

Nyomásszabályzó-szelep 48

Nyomatékvezérlés (EDC) 81

O

OBD I - előírások (diagnosztika) 89
 OBD II - előírások (diagnosztika) 89
 OBD-előírások (diagnosztika) 89
 On Board Diagnostic System
 (fedélzeti diagnosztika) 89

P

Piezo-effektus 38
 Piezo-inline injektor 34
 Porlasztó fúvóka 50

R

Radiáldugattyús szivattyú, CP1 41
 Radiáldugattyús szivattyú, CP1H 43
 Radiáldugattyús szivattyú, CP3 44
 Rail-cső 46

S

Soros szivattyú, CP2 45
 Szabályozókör 80
 Szervószelep 34
 Szűrőmodulok 25

T

Teljesítmény-előírások-füstkorlátozás
 (lambdaszabályzás) 79
 Tömítőgép 58
 Traverz 59
 Tüzelőanyagellátás 18
 Tüzelőanyag-szivattyú 20
 Tüzelőanyag-szűrő 24
 Tüzelőanyag-tartály 18
 Tüzelőanyag-vezeték 19

U

Üléskurató porlasztó fúvóka 54

V

Végfordulatszám-szabályzás (EDC) 70
 Vészüzemi funkció (fedélzeti diagnosztika) 88
 Vezérlőlánc 80
 Vízválasztás 24

Zs

Zsákrúdos fúvóka 53

Rövidítések

A

AGR:	Abgasrückführung	(kipufogógáz-visszavezetés)
ARD:	Aktive Ruckeldämpfung	(aktív rángatás csillapítás)
AZG:	Adaptive Zylinderleichstellung	(adaptív hengerkiegyenlítés)

C

CAN:	Controller Area Network	(soros adatbuszrendszer)
CARB:	California Air Resources Board	
CR:	Common Rail	

D

DFFM:	Diagnose-Fehlerpfad-Management	(diagnosztikai hibaútvonal menedzsment)
DI:	Direct Injection Engine	(közvetlen befecskendezésű dízelmotor)
DOC:	Diesel Oxidation Catalyst	(oxidációs katalizátor dízelmotorhoz)
DPF:	Dieselpartikelfilter	(dízel részecskeszűrő)
DSCHED:	Diagnose-Funktion-Scheduler	(diagnosztikai funkciók üzemezése)
DSM:	Diagnose-System-Management	(diagnosztikai rendszermenedzsment)
DVAL:	Diagnose-Validator	(diagnosztika érvényesítő)

E

ECE:	Economic Commission for Europe	(Európai Gazdasági Bizottság)
EDC:	Electronic Diesel Control	(elektronikus dízelszabályzás)
EKP:	Elektrokraftstoffpumpe	(elektromos tüzelőanyag-szivattyú)
EOBD:	European OBD (európai OBD)	
EOL-programozás:		End-Of-Line (gyártósor végi) programozás
EPA:	Environmental Protection Agency	(USA-beli szövetségi környezetvédelmi hivatal)
ESI(tronic):	Elektronische Service-Information	(elektronikus szervizinformációs rendszer)
EURO I, II, III, IV, V:		(emissziós normák az EU-ban)

F

FGB:	Fahrgeschwindigkeitsbegrenzer	(menetsebesség-korlátozó)
FGR:	Fahrgeschwindigkeitsbegrenzer	(menetsebesség-szabályzó, másként: tempomat)

G

GSK:	Glühstiftkerze	(csapós izzítógyertya)
GST:	Gestufte Startmenge	(lépcsőzetes indítómennyiség)
GZS:	Glühzeitsteuergerät	(izzításvezérlő-berendezés)

H

HD:	Hochdruck	(nagynyomás)
HDV:	Heavy-Duty Vehicle	(nehéz-tehergépkocsi)

HE:	Haupteinspritzung	(főbefecskendezés)
HGB:	Höchstgeschwindigkeitsbegrenzung	(maximális sebesség korlátozása)
H-Kat:	Hydrolyse-Katalysator	(hidrolizáló katalizátor)
I		
IMA:	Injektormengenabgleich	(injektorok mennyiségének korrekciója)
K		
KW:	Kurbelwellenwinkel	(főtengelyszög)
L		
LDR:	Ladedruckregelung	(turbónyomás-szabályzás)
LDT:	Light-Duty Truck	(könnyű-tehergépkocsi)
LLR:	Leerlaufregelung	(alapjárat-szabályzás)
LRR:	Laufruheregelung	(járásegyenletesség szabályzása)
LSF:	(Zweipunkt-)Planare-Lambda-Sonde	(planár lambdaszonda, kétpont-szabályzáshoz)
LSU:	(Breitband-)Lambda-Sonde-Universal	(univerzális lambdaszonda, szélessávú)
M		
MAR:	Mengenausgleichsregelung	(mennyiségkiegyenlítő szabályzás)
MI:	Main Injection	(főbefecskendezés)
MIL:	Malfunction Indicator Lamp	(diagnosztikai lámpa)
MMA:	Mengenmittelwertadaption	(mennyiség középérték-adaptáció, a lambdaszabályzás)
MV:	Magnetventil	(mágnesszelep)
N		
ND:	Niederdruck	(kisnyomás)
NE:	Nacheinspritzung	(utőbefecskendezés)
Nkw:	Nutzkraftwagen	(haszongépjármű)
NSC:	NO _x Storage Catalyst	(tároló rendszerű NO _x katalizátor)
NTC:	Negative Temperature Coefficient	(negatív hőmérsékleti tényező)
NW:	Nockenwellenwinkel	(vezérműtengely-szög)
O		
OHW:	Off-Highway	(országúton kívüli)
OT:	Oberer Totpunkt	(dugattyú felső holtpontja, FHP)
P		
PF:	Partikelfilter	(részecskeszűrő)
PI:	Pilot Injection	(előbefecskendezés)
Pkw:	Personenkraftwagen	(személygépkocsi)

PTC:	Positive Temperature Coefficient	(pozitív hőmérsékleti tényező)
PWM:	Pulsweitenmodulation	(impulzusszélesség-moduláció)
R		
RZP:	Rollenzellenpumpe	(görgőcellás tápszivattyú)
S		
SCR:	Selective Catalytic Reduction	(szelektív katalitikus redukció)
SE:	Sekundärelektronen	(szekunder elektronok)
SEM:	Sekundärelektronenmikroskop	(szekunder elektronmikroszkóp)
U		
UT:	Unterer Totpunkt	(dugattyú alsó holtpontja, AHP)
V		
VK:	Vorkammer	(előkamra)
W		
WK:	Wirbelkammer	(örvénykamra)