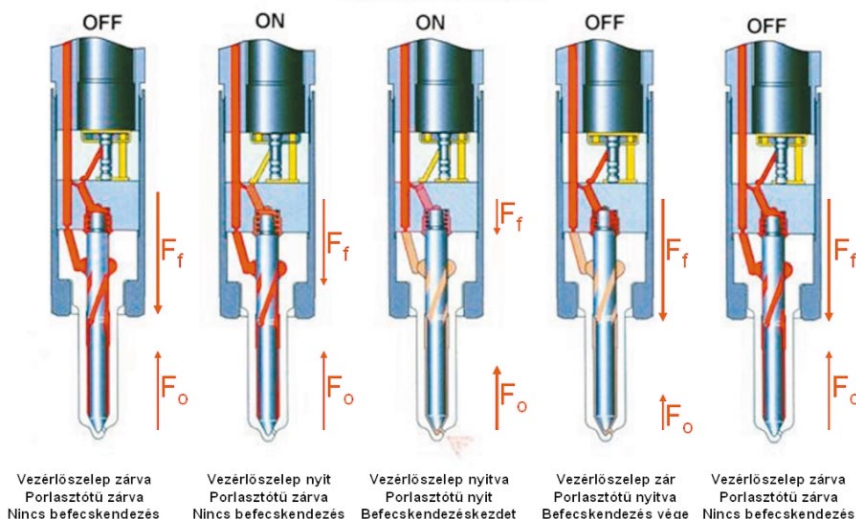


A common-rail nyomásviszonyai

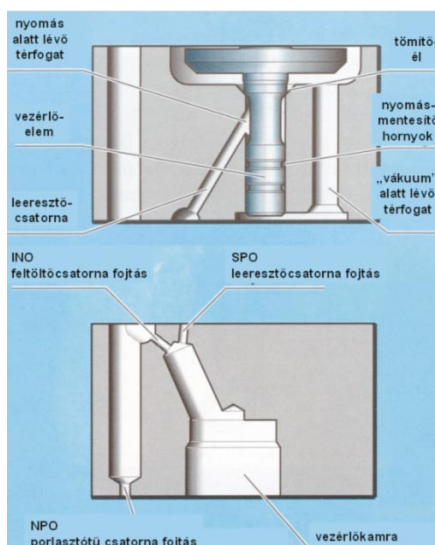
A common-rail befecskendező rendszerknél az egyik legkritikusabb rendszerjellemző a nagynyomású rendszer teljes térfogatának megválasztása. Az ideálisnál nagyobb térfogat esetén ugyanis túl nagy a gyors nyomásfelépülés, illetve nyomáskorrekció időszükséglete (mely azonban megengedhetően egy ilyen rendszernél), kis összterefogat esetén pedig a feltöltésből, illetve befecskendezésből adódó ciklikus nyomásváltozások, illetve nyomáslengések lesznek úrrá a rendszer működésén, és kontrolálhatatlanná teszik azt. Az alkalmazott nyomásértékek hallatán hihetetlennek tűnik, hogy ezek a szerkezetek manapság 1400–1600 bar maximális nyomást hoznak létre, de ha jobban belegondolunk, pont ez az előnye és a szépsége a közös nyomásterű befecskendezési technikának. Ha egy hidraulikus szempontból gyakorlatilag zárt és jól méretezett rendszerbe bármilyen kis mennyiségű tüzelőanyagot bejuttatunk, az azonnal a rendszer biztos nyomásemelkedését eredményezi. Ráadásul ezt úgy tudjuk megvalósítani, hogy az egyes befecskendezésekhez szükséges nyomást nem kell minden egyes befecskendezéshez külön-külön elejétől végéig létrehozunk (mint azt a többi rendszer alkalmazza), hanem az adott szivattyúelemek nyomáscsúcsait (azaz működésük során létrejövő „teljesítmény-maximumait”) bejuttatjuk a

nyomástárolóba, és a többit a befecskendezőrendszer működésére bízunk. Ez azonban ismét felvet egy problémát. A többi befecskendezőrendszernek dinamikusan kell előállítania a nagy nyomást, ráadásul nem is kell azt tárolnia. Ezzel szemben a common-rail rendszernek nemcsak előállítania kell, hanem mozgó alkatrészek mellett tárolnia is kell a nyomást. Ez viszont csak úgy oldható meg, hogy az egész rendszer (bármennyire is hihetetlennek és antagonisztikusnak hangzik) állandóan „szivárog”. Nézzük meg, hogyan. Az 5. ábrán látható a Delphi common-rail porlasztók működési fázisai. Az alap működési elv a többi common-rail rendszernél is megegyezik, csak a kivitelezésben találunk különbségeket. A nagy nyomásértékek kezelése mellett, illetve pont azért, alapvető feladat, hogy az egyes befecskendezések közötti időszükséglet lerövidítése érdekében rendkívül gyorsan tudjuk a befecskendezést indítani (a porlasztótűt nyitni) és befejezni (a porlasztótűt zárni), azaz a lehető legrövidebb legyen a porlasztó következő befecskendezéshez szükséges „felkészülési ideje”. Ezért – a hagyományos rendszertől eltérő módon – egy hidraulikus szervórendszert alkalmazunk a porlasztótű mozgatásához. Ez azt jelenti, hogy a szivattyútól érkező nagy nyomású tüzelőanyagot hidraulikus fojtásokon keresztül a porlasztótű aljára és tetejére egyaránt

odavezetjük. Mivel azonban a porlasztótű tetején nagyobb felület áll rendelkezésére a nyomásnak a porlasztótű lefelé történő nyomásához (F_f), mint a zárt porlasztótű hidraulikus nyomás alatt lévő felületén ébredő erőnek (F_o), ezért a porlasztótű mindkét végén megegyező nyomás a felületkülönbség miatt lefelé irányuló erőt hoz létre a porlasztótűn – azaz a porlasztótű fixen zárva van. A közhiedelemmel ellentétben a porlasztótű tetején lévő rugónak nem ilyenkor van jelentősége, hanem indításkor biztosítja, hogy a porlasztóban felépülő nyomás zárt porlasztótűt találjon, ezért az végig biztosan zárt legyen. Továbbá, ezt az előző cikkben említettük, hogy ne engedje egy bizonyos nyomásérték alatt a porlasztótűt kinyitni, még akkor sem, ha az irányító elektronika ilyenkor nyitási jelet küld a porlasztónak. A későbbiekben láthatjuk majd azt is, hogy a porlasztótű zárásánál is elhanyagolható jelentősége van ennek a rugónak. Következő fázis a szervóvezérlő elem elektromágnessel történő nyitása. A nyitott vezérlőelemen keresztül a 6. ábrán látható SPO jelölésű fojtáson keresztül elkezd leépülni a leeresztőcsatornában és a vezérlőkamrában lévő nyomás. Addig azonban, amíg $F_f > F_o$, zárva marad a porlasztótű, ezért befecskendezés még nem jön létre. A vezérlőelem további nyitvatartása mellett elérjük a következő fázist, amikor $F_f < F_o$. Ekkor a porlasztótű megemelkedik, és megkezdődik a befecskendezés. Amíg a vezérlőelem nyitva van, addig a porlasztótű is nyitva marad. A befecskendezés megindulásakor a porlasztóban tüzelőanyag áramlik a befecskendezés ellátása érdekében, melynek következtében az NPO jelölésű fojtáson nyomásemelés jön létre, melynek mértéke függ az aktuális railnyomástól. A railnyomás maximális értékénél (1600 bar) a nyomásemelés mértéke meghaladja a 100 bar-t. A porlasztótű kúpjára ható nyomás (befecskendezési nyomás) ezért kisebb, mint a railnyomás. A porlasztótű nyitáskor hidraulikus expanziós hullám indul el a rail felé, ezért a hidraulikus rendszer kialakításának olyannak kell lennie (furatátmérők, nyomócsőhosszak, teljes térfogat stb.), hogy a visszatérő hullám ne befolyásolja a befecskendezés végét. A következő fázisban megszüntetjük a



5. ábra: a Delphi common-rail porlasztók működési fázisai



6. ábra

mágnestekercs áramellátását, ezzel együtt az elektromágneses erőt, melynek következtében a vezérlőelem a ráható hidraulikus viszonyok, illetve a tetején elhelyezkedő rugó közreműködésével bezár, így a vezérlőkamrában az INO-fojtáson keresztül ismét felépül a railnyomás. Mivel a porlasztótú nyitva van, ezért a tetejének és aljának nyomás alatt lévő, tüzelőanyaggal érintkező felülete megegyezik – $F_f = F_o$. Mivel azonban a nyitott porlasztótú kúpjára ható nyomás az NPO-fojtáson áthaladó tüzelőanyag-áramlás miatt kisebb, mint a vezérlőkamrában ismét felépülő railnyomás, ezért a porlasztótú gyorsan és biztosan bezár, így a befecskendezés megszűnik.

Az első és harmadik fázis között láthattuk, hogy van egy olyan időszak, melyben – az elektromágneses tér felépülési késedelmét és a vezérlőelem tehetetlenségéből adódó késedelmet követően –

- a vezérlőkamra nyomásleépítésének időszükséglete,
- a porlasztótú alsó és felső felület-nagyságának különbözősége,
- a porlasztótút nyomó rugó ereje, illetve
- a porlasztótú tehetetlensége miatt, annak ellenére sem nyílik ki a porlasztótú, hogy tüzelőanyag áramlik a nyitott vezérlőelemen keresztül a „résolajcsőbe”. Ez természetesen rendkívül rövid – és az aktuális railnyomástól erősen függő – idő, de megfelelő illesztéssel és vezérléssel remekül felhasználható a railnyomás csökkentésére. A Delphi-rendszernek ez az első számú módja, ugyanis adott körülmé-

nyek között az IMV-szelep zárása nem biztosítana elég gyors beavatkozást hirtelen nyomáscsökkenés-igény esetén (lásd a 3/a ábrát). Ebben az esetben tehát a vezérlőelem nyitása és a porlasztótú nyitása közötti időszak áll rendelkezésre a nyomás leépítésére, természetesen a forgattyús tengely olyan helyzeteiben, amikor normális viszonyok között nem jön létre befecskendezés. A fent említett módszerrel a Delphi adott rendszerjellemzők mellett „megspórolhatta” a nyomásszabályzó szelep használatát. Ez azonban csak olyan rendszernek hajtható végre biztonságosan, melynél pontosan tudja az elektronika, hogy mennyi idő telik el a mágnestekercs energiaellátásának kezdete és a porlasztótú nyitásának kezdete között.

Ez az idő a gyártási tűrések, valamint a porlasztók belső hidraulikus karakterisztikájának eltérése (a nyomásesések, a mozgó alkatrészek mechanikus súrlódása és a mágneses erő különbözősége) miatt, illetve a porlasztó használat közbeni kopásának következtében az egyes porlasztóknál nem egyforma értékű. Ezért gyártáskor a porlasztók összeszerelését követően minden egyes porlasztó hidraulikus tulajdonságait (porlasztókarakterisztika) megállapítják, és egy 16 karakteres kódsor formájában a porlasztó nyakán feltüntetik. Porlasztó cseréjekor tehát ezt a kódsort (porlasztókorrekciós tényező) tárolni kell az irányítóegység memóriájában. A befecskendezett tüzelőanyag-mennyiség tehát arányos a befecskendezési idővel (impulzus), a railnyomással és az adott porlasztó karakterisztikájával, mely utóbbi következtében jelentős szállítási mennyiségkülönbség is adódhat azonos impulzusidő és nyomás mellett, két porlasztó között. Az említett kódsor segítségével az irányítóegység az adott railnyomás (p_{rail}) és befecskendezési mennyiségigény (Q) ismeretében módosítja a memóriájában tárolt fő befecskendezési karakterisztikához tartozó porlasztónyitási időket (impulzusokat – T).

Térjünk vissza egy gondolatra a porlasztóknál történő nyomásleépítésre. A nyomásleépítéshez alkalmazott sűrű vezérlőimpulzus-sorozat (zizegőberregő) hangja még járó motor mellett is jól hallható. Legjellegzetesebb üzemiállapota a leállítás, amikor az alapjáratú 200–300 bar-t kell a lehető leggyorsabban megszüntetnie a rendszernek (3/a ábra). A jelenség oszcilloszkópos vizsgálatakor azt látjuk,

hogy a befecskendezőimpulzusok helyett sűrű, rövid nyitási idejű impulzusok lepik el a képernyőt. Ügyeljünk azonban arra, hogy vannak olyan üzemiállapotok, amikor ez a nyomásleépítési funkció nem jön létre, azaz nyomás alatt marad a rendszer. Ilyen üzemiállapot például a motor lefulladás, illetve a nagy nyomású rendszer hidraulikus vizsgálata (3/c ábra). Meglepő módon azonban mindkét esetben azt látjuk a railnyomásgörbén, hogy lassan ugyan, de határozottan csökken a railnyomás értéke annak ellenére, hogy a porlasztókat nem éri nyomásleeresztő impulzussorozat. Tömítetlen lenne a nagy nyomású rendszer? Hogy lehet ez?

Elvileg a nagynyomású rendszer mindkét végén zárt. A szivattyú felőli végén egy jól záródó golyósszelep áll a visszatérő gázolaj útjába, a porlasztó felőli végén pedig a zárt porlasztótú és a zárt vezérlőelem állja útját a tüzelőanyagnak. Akkor viszont hol épül le a nyomás? Vizsgáljuk meg tüzetesebben a 6. ábrát. A vezérlőelemhez ferdén vezető leeresztő csatornából nemcsak felfelé, a tömítőélen keresztül, hanem lefelé, a vezérlőelem megvezetését biztosító szelepszár és a szeleptest között is „elszökhet” a gázolaj. Bármilyen hihetetlen, a mikron nagyságú illesztésen keresztül átrései magát a nagynyomású gázolaj, főleg, ha még ráadásul meleg is, azaz viszkozitása lecsökkent. Ezzel elérkeztünk ahhoz a diagnosztikai módszerhez, melyet a beépített porlasztók vizsgálatánál alkalmazunk. A porlasztók „résolaj-visszavezető” csőcsatlakozásait meleg motornál egyenként egy-egy mérőpohárba vezetjük, és néhány perc alapjáratú működés után leolvassuk a visszafolyó mennyiségeket, valamint azok egymástól való eltérését. Ha bármelyik mérőpohár üres, az azt jelenti, hogy a vezérlőelem oly mértékben megragadt, hogy nem tudja működtetni az adott porlasztót, ezért az adott henger biztosan nem is kap tüzelőanyagot. Az ilyen porlasztót természetesen ki kell cserélni. Ha a gyári értéknel nagyobb mennyiségű gázolajat észlelünk valamelyik (vagy több) mérőpohárban, illetve az egyes résolajmennyiségek egymáshoz képest lényeges eltérést mutatnak, akkor az adott porlasztó(ka)t ki kell cserélni. Miért is van ez így? Mint azt az 5. és 6. ábrákon láthattuk, a porlasztó belsejében lévő furatok, fojtások, illesztések rendkívül pontos és kényes

hidraulikus egyensúlyban vannak. Minden egyes furat, fojtás, illesztés mérete alapvetően meghatározza az adott porlasztó hidraulikus tulajdonságait. Ha ez a kényes egyensúly bármilyen okból felborul, akkor az azt jelenti, hogy az adott porlasztó nem tudja többé biztosítani a tőle elvárt paramétereket, így a vezérlőegység egy bizonyos határon túl nem tud együtt dolgozni vele, és jelentős teljesítménycsökkenés mellett „bevágja” a „railnyomás túl alacsony/túl magas” nevű rettegett hibakódot. Ezen hibakód kiolvasásakor első nekifutásra azt gondolhatnánk, hogy a nagynyomású szivattyú „fáradt el”, vagy az IMV-szelep nem képes úrrá lenni a helyzeten, esetleg tömítetlen

valahol a nagynyomású rendszer. Tömítetlen azonban a porlasztó belsejénél is lehet a rendszer, úgy, hogy arról külső szemlélőként nincs információnk. Ezért alkalmazzuk a mérőpoharas mérést. Visszatérve a hibakódra: ha egy adott porlasztó tömítettsége oly mértékben romlik (azaz „résolajmennyisége” oly mértékben megnövekszik), hogy a vezérlőegységnek túl hosszú ideig kellene nyitva tartani a vezérlőelemet a megfelelő működés biztosításához (emlékezzünk a fent említett kb. 2 ezredmásodperces időkorlátra), akkor egyszerűen szólva feladja az adott porlasztóval való együttműködést. Ezért tapasztaljuk azt, hogy a tűréshatárt meghaladó (illetve

arra hajlandóságot mutató) gépkocsiknál a legnagyobb befecskendezési mennyiséghez tartozó fordulatszám-tartomány környékén végrehajtott hirtelen gyorsításkor (azaz hirtelen nagy dózisirány esetén) torpan meg az autó, és az izzításjelző lámpa villogása mellett csökkentett teljesítményű üzemmódba kerül a rendszer. Amennyiben olyan gépkocsival hoz minket össze a sors, melynek motorja a nagy „résolajmennyiségek” miatt már nem is indítható, akkor szintén a mérőpoharas vizsgálatot hívhatjuk segítségül a „renitens” porlasztó(k) kiszűréséhez. Indítózás közben ugyanis láthatjuk, ha valamelyik porlasztó(k) túl sok gázolajat enged(nek) át magán (magukon), és ezzel lehetetlenné teszi(k) a szivattyú számára a beinduláshoz/működéshez szükséges nyomásérték elérését. Hogyan vizsgálhatjuk meg a szivattyú hatékonyságát? Ha az IMV-szelepről és az összes porlasztóról lehúzzuk az elektromos csatlakozót, akkor egy olyan üzemmódot érünk el, melyben az IMV-szelep teljesen nyitva van, azaz akadály nélkül juthat a tüzelőanyag a nagynyomású szivattyúba, de vezérlőjel hiányában a porlasztókon keresztül elvileg nem szökhet el a gázolaj. FIGYELEM! Ezt a vizsgálatot TILOS a gyári előírások figyelmen kívül hagyásával végrehajtani, mivel a szabályozás nélkül, hirtelen felépülő (mondhatnánk úgy is, hogy a rendszerben dühöngő) maximális nyomás a vizsgálat megfelelő peremfeltételeinek mellőzésével könnyedén a szivattyú azonnali, súlyos károsodását okozhatja! Ilyen körülmények között (nagynyomású rendszer hidraulikus vizsgálata) indítózva azt kell tapasztalnunk, hogy a nagynyomású rendszerben rendkívül gyorsan felépül a nagy nyomás, és az indítózás befejezésekor a 3/c ábrán látható görbe mentén (a fent említett módon) leépül a felépített nyomás. Ha túl alacsony a maximális nyomás, akkor vagy a rendszer tömítetlensége okozza a jelenséget, vagy a szivattyú nem képes létrehozni a működéshez szükséges nyomásértéket, esetleg a kisnyomású rész nem tudja ellátni tüzelőanyaggal a nagynyomású részt. A fentiek alapján azt gondolhatnánk, hogy mindent tudunk a diagnosztikáról, és egy kiszertelt porlasztóról egy egyszerű, karos porlasztóvizsgáló segítségével kideríthetjük, hogy jó-e vagy sem. A fent említettek után ugyanis azt várnánk, hogy a porlasztóvizsgálón nyomás alá helyezett porlasztónál szépen lassan csökken a nyomás. Ezzel szemben azt

Univerzális common-rail diagnosztika

Visszafolyási mennyiségmérő Bosch CR porlasztókhöz

Egy common-rail adagolórendszerű dízelmotornál a porlasztók gázolaj-visszafolyási mennyiségének meghatározásával és egyidejű összehasonlításával azok üzemi rendellenességeire, elhasználódására tudunk következtetni. Mind a normálistól eltérő kis, mind a nagy mennyiség hibára utal. A Leitenberger gyártmányú mérőkészlet mérőcsöveket, illetve azokhoz csatlakoztatható 120 ml-es mérőpoharakat tartalmaz.



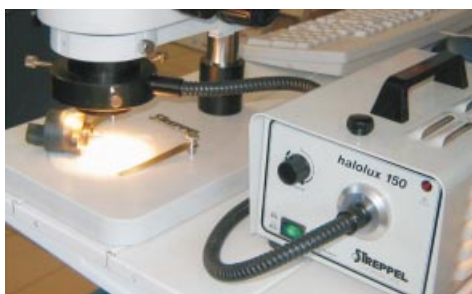
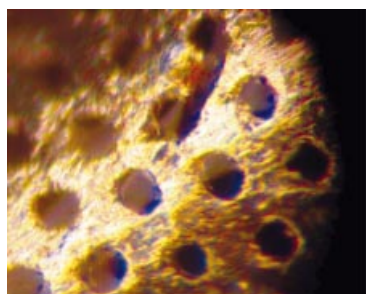
CR nyomásmérők

A nagynyomású szivattyú nyomás- és tömítettség-vizsgálatához nyújt segítséget a közvetlenül a szivattyúra csatlakoztatható mechanikus manométer. Az Ø100 mm-es 1600 bar mérés-határú nyomásmérő 10 bar-os skálaosztású.

A „rail” nyomásjeladójára adapterkábellet (gyártmányfüggő vagy univerzális) csatlakoztatható digitális műszer kijelzőjén megjelenő érték (max 1500 bar, 10 bar felbontás) összehasonlítható a gyári adattal. A műszer jelzi a jeladó kábelszakadását és a rövidzárlatát is.

Fénymikroszkóp

A dízeladagoló-rendszerek szerkezeti elemeinek mikroszkopikus sérülései már működési zavart okoznak. A diagnosztikához, a felületi sérülések, szűrőeltömődések feltárásához a vizuális megfigyelés nélkülözhetetlen.



tapasztaljuk, hogy akár 300–400 bar-t is könnyedén megtart az adott porlasztó. Akkor nem igazak a fent említettek? Esetleg hibás a porlasztó? Egészen másról van szó. Mint azt a fentiekben láttuk, a vezérlőelem szelepszára a házban rendkívül kis túréssal illesztett, ezért egy idő után – főleg egy lehűlt porlasztónál – ezek a tömítőfelületek (nem találok rá jobb szót) összeszáradnak. Mindezt olyan mértékben teszik, hogy képesek teljesen szivárgásmentes porlasztó benyomását kelteni. Amikor azonban csak egyetlenegyszer nyitási impulzust adunk a porlasztónak, a vezérlőelem megmozdul, és „összekeni” a felfekvő felületeket gázolajjal, biztosítva ezzel a szelepszár működés közbeni kenését, és megindítva ezzel a kismértékű résolajmennyiséget. Az imént említett jelenség miatt, valamint a porlasztók elektronikus áramköri tulajdonságainak ellenőrzése érdekében a gyújtás bekapcsolásakor az irányítóegység gyors vezérlőimpulzusokat küld a porlasztóknak, biztosítva ezzel a szelepszárak „éles bevetés előtti” kenését, a vezérlő áramkör

működőképességét, valamint a nyomásmentességet. A fentiekből vonjuk le tehát a ránk vonatkozó tanulságot: megfelelő felszereltség és rendszerismeret hiányában esélyünk látni a common-rail rendszer elemeinek és összességének megfelelő diagnosztika elvégzésére. A durva hibákat egyszerű módszerekkel ki tudjuk szűrni, de a rendszer igazi mélydiagnosztikájához (pl. porlasztóvizsgálat) megfelelő (igen drága) felszereltség szükséges. Egyszerűen összefoglalva: adott common-rail alkatrészről egyszerű eszközökkel meg tudjuk állapítani, hogy biztosan hibás, de ilyen körülmények között azt nem tudjuk biztosra venni, hogy biztosan hibátlan – és ez hatalmas különbség! A porlasztók résolajmennyiségének említésekor néha idézőjelet használtam, és egy alkalommal nem. Miért? Mint azt a fentiekben láthattuk, a porlasztó „résolaj-visszavezető” kivezetésén működés közben egyszerre távozik a vezérlőelem felett (vezérlőmennyiség) és alatt (résolajmennyiség) a gázolaj, tehát helyesen vezérlő

résolajmennyiségnek kellene nevezni, kivéve a porlasztók vezérlése nélküli üzemállapotot, amikor zárt vezérlőelem mellett csak résolajmennyiség távozik a rendszerből. A kettő közötti különbség jelentős, és vizsgálata ugyanúgy része a mélydiagnosztikának, mint az adott impulzusszám mellett adott nyomáson befecskendezett tüzelőanyagmennyiség vizsgálata. Mint az az 5. és 6. ábrán látható, a Delphi-rendszerrel a porlasztótú megvezetése és a porlasztótú közötti illesztés miatt működés közben „szivárgó”, hagyományos értelemben vett résolaj is csak a vezérlőelemen keresztül távozhat a porlasztóból, azonban mértékének ugyancsak szerepe van a porlasztó hidraulikus tulajdonságaiban, illetve a hidraulikus egyensúly megtartásában, mint a többi fojtásnak, illetve illesztésnek. Ez a felismerés különösen a cikk következő részében tárgyalandó Bosch és Siemens common-rail rendszer hidraulikus működésénél bír majd nagy jelentőséggel.

Szentmártony Gergely

(folytatjuk)



Fischer
– kipufogógáz-el szívók

Minőségi diagnosztikai és szervizberendezések
forgalmazása és telepítése!



1222 Budapest, Éger u. 15/A.
Tel.: 1/424-0035. Fax: 1/424-0036.
E-mail: metker@metker.hu
www.metker.hu



GEDORE
– szerszámkészletek

MOTOMETER

- tachográf alkatrészek
- mérőműszerek
- kompressziómérők

Diagnosztikai műszerek common-rail rendszerekhez:

- nyomásmérők 1600 bar-ig,
- visszafolyási mennyiségmérők.

STREPPEL Zoom sztereó mikroszkóp dízel alkatrészek vizsgálatához 3,5-szerestől max. 180-szoros nagyítással.

STREPPEL endoszkópok 10–20-szoros nagyítással, belső felületek vizsgálatához.

Érdeklődjön telefonon, e-mailben, vagy irodánkban személyesen!

ROMESS electronic

- fékfolyadék-cserélők és forráspontmérők
- MB célműszerek

GARTEC

- olajkezelő berendezések

AUTOTESTGERÄTE LEITENBERGER GmbH

- kézi diagnosztikai műszerek

STREPPEL

- endoszkópok
- mikroszkópok

BOSCH

- diagnosztikai műszerek

BCOTECNICS

- klímátöltő berendezések
- szivárgáskereső műszerek klímátöltőkhöz

HAENNI

- járműtengely-súly mérlegek

zippo
BEISSBARTH
Automotive Group

- gépjárműemelők