



DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

A „lerágott csontok” között akadnak olyanok, amelyeken még marad némi „lerág-nivaló”, avagy a zoológusnak bizonyára izgalmat jelent, ha olyan egyedre talál, amit még nem ismert. Rögvest elmondom, hogy a hasonlatnak mi köze van a dízel-technikához.

NINCS VISSZAÚT

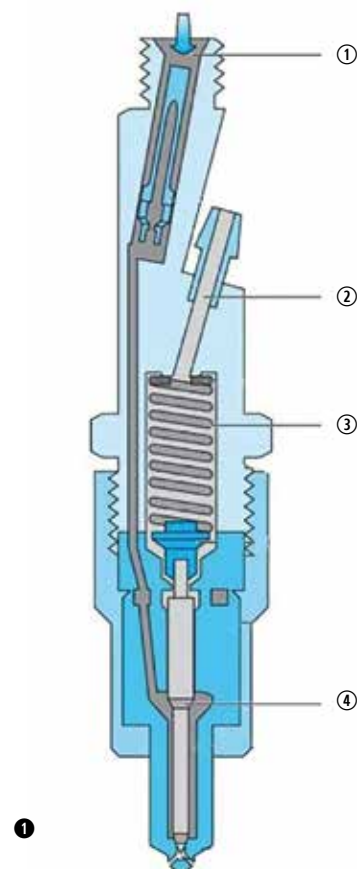
A gépjárműszerkezeteknek vannak olyan alapelemei, melyeket a tankönyvek már jó 80 éve leírtak és leírnak mind a mai napig, ezeket axiómának tekinthetjük. Az axióma nem megkérdőjelezhető alaptény, alapigazság. Ezekre biztosan építhetünk az oktatásban. Ilyen szerkezeti axióma, egy kis kitérőnek, például a szupport (a differenciálmű a tányérkerékkel) helye. A szupport a hajtott tengelyhídban van, illetve annak része, hozzá csatlakoznak a féltengelyek. Így közismert. Bizony van olyan is, ahol a szupport a tengelyhídon kívül helyezkedik el (pl. Tatra). Vagy axiómagyanús az is, miszerint az ékszíjhajtásnak olyannak kell lennie, hogy a szíj és kerekei egy síkban fussanak. Ismert olyan sorozatgyártásban alkalmazott konstrukció, ahol a szíj két, egymással derékszöget bezáró síkban jár (pl. Peugeot). Ezekről azok tudnak, akik ilyen már láttak, annak pedig igen kicsi az esélye, hogy tankönyvekből vagy iskolában szerezzenek róla tudomást.

A MI ESETÜNK PONTOSAN ILYEN!

Ács Antal úr (sokan ismerik a dízeles szakmában) hívott fel, hogy láttam-e már olyan dízelporlasztót, porlasztótartót, illetve tüzelőanyag-adagoló rendszert, amelynél nincs a porlasztóból résolaj-elvezetés. Mint mondja, most éppen egy Lamborghini traktort javít, melynek Bosch porlasztóinál a gyár lezárta a résolaj-visszavezetést. Találkozott már jó 30 éve is ilyen megoldással, például a P adagolós Steyr teherautóknál. „Elárulom, jelenleg is értetlenül állok a dolog előtt, hogy néhány motorgyártó miért döntött úgy, hogy a porlasztók résolaj-elvezető menetes furatait záró csavarokkal

levakolja, vagy eleve lezárt porlasztókat alkalmaz. Tudományos leírást az alkalmazott megoldásról, annak működéséről, bevezetésének okáról, előnyéről és hátrányáról idáig nem találtam.”

Már előttem sok kiváló szakembert felhívtam, többségük azt mondta: ha nincs résolaj-visszavezetés, akkor a motor nem működik. (A dízeladagolók kivételek, ők elkerülhetetlenül találkoztak ilyenekkel. Aki pedig volt az erre is vonatkozó Bosch-oktatáson, a részletekkel is megismerkedhetett.). Én sem láttam ilyet, nem is olvastam róla, de olyat, hogy ez nem létezhet, már nem merek mondani. Az alaptankönyveket, szakkönyveimet visszamenően 60 évre átnézve, ilyenről nem szólnak, még a nevezetes német alaplívek



sem (amelyek rendelkezésemre állnak). Mint később említtem, van egy kivétel.

MIÉRT KELL (!?) LENNIE RÉSO LAJ-VISSZAFOLYÁSNAK?

Nézzük az ❶ ábrát, ez természetesen alaptankönyvi ábra, mely megmutatja, honnan származik a résolaj. A porlasztó-tartó nyomókamrájába (5) kerül gázolaj, innen a porlasztótű és a porlasztócsúcs test mellett (4), illesztése kb. 2 ezred, jut be a rugókamrába (3). A nyomókamrában nagy a nyomás, mert itt az adagoló előállította nyomás, sőt a nyomáshullámok miatt még annál nagyobb nyomás uralkodik. A tankönyvek az írják, hogy a résolajra azért van szükség, mert ez keni a porlasztócsúcsban a tű és a ház közötti illesztett felületet. Nagyon kis mennyiségű résolaj minden adagolásnál átjut a rugókamrába. A rugókamra nyitott, a résolajat innen elvezetjük (2). Nem lehet zárt, mert akkor a gázolaj ott olyan nyomást érne el, mely a tűre hatva



❶ Mercedes Actros, Járműazonosító: BP0770549; DHK STH azonosítója: Mercedes: 0020106551, 003 010 0651, 0060175721, 0060173021, Bosch 0432191242, Motor OM501/502LA

megakadályozza a tűemelkedést, tehát a befecskendezést. Fizikai alaptételt említenek (helytelenül): a folyadék összenyomhatatlan.

A gyakorlat és a dízeles szakirodalom nagy többsége csak olyan porlasztótartót (fúvókatartót) ismer, mely visszafolyós. Egy klasszikus porlasztót mutat a ❷ ábra. (A CR-injektoroknál más a helyzet, ott a működéséhez kell a gázolaj-elvezetés.)

Adagolósok körbetelefonálása megnyugtató eredményt hozott: ilyen létezik, ha ritkán is, de már találkoztak vele. A győrzámolyi 2T+M Kft. dízel-szervizében tett látogatásnál kérdezem, ismernek-e ilyen porlasztót. Kettőt is mutatnak, az egyik Mercedes Actrosé (MP1-MP3) ❸ ábra, a másik egy Deutz-motorhoz tartozik ❹. Mindkét porlasztó hagyományos (tisztán mechanikus, egyrugós), de egyikén sincs résolaj-elvezetéshez kilépőnyílás, csatlakozás. Mindkét rendszer rövid nyo-

mócsöves PLD (Pumpe-Leitung-Düse, angolul Unit Pump), szakmai nevén mivel felénk is stekkpumpás. A PLD-nek van élvezérlésű és idővezérlésű változata is. A Bosch fejlesztette ki a múlt század '90-es éveinek elején.

Térjünk vissza az Actros porlasztóhoz. A Bosch rajza mutatja mindkét kivitel (❸a és ❸b ábrák), a különbség annyi, hogy az egyiknél van a rugókamrából (4) résolaj-elvezető furat (3). Itt nézzük meg, hogy milyen megoldású a PLD adagolótól érkező nyomócső rávezetése a porlasztóra, ezt a ❹ ábra szemléletesen mutatja, valamint azt, hogy a porlasztó leszorításához milyen a porlasztó felsőrész-kialakítása ❺.

KEZDJÜK KÍSÉRLETTEL

Kezdjük egy kísérlettel a 2T+M Kft. adagolós műhelyében. Hogyan viselkedik ez a porlasztó, ha max. 400



❷



4 Deutz Einspritzpumpe Steckpumpe 04287047 F 4M 2011 CE44/1 (298-101 01-4-2-3)

nem. A fúvóka nyitónyomáshoz tartozó rugó előfeszítését, hagyományos módon, tehát alátéttel állítjuk be.

AZ A KÉRDÉS...

Szóval az a kérdés: ha ez itt így alakul, akkor a motorban is vajon ez lesz a helyzet, tehát a motor nem fog működni?

Valami nincs rendben, mert a motor működik, valószínű, hogy mi nem tudjuk jól a dolgokat.

Mivel Bosch-technikáról van szó, a Bosch dízeles szakemberét, oktatóját, Majernyik Zsoltot faggatom:

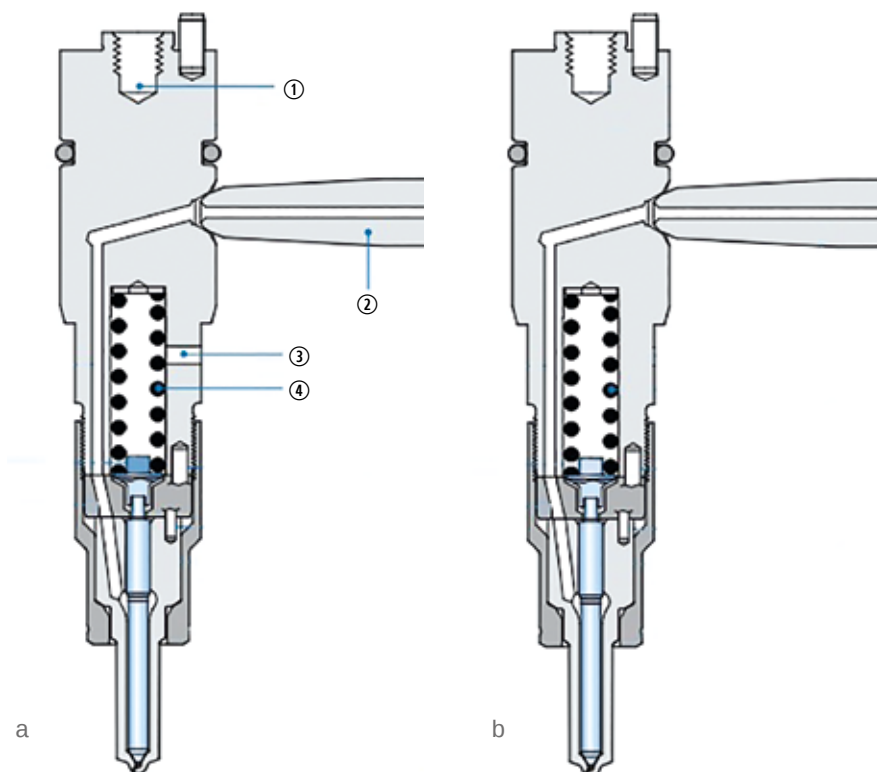
Ez a téma miért lett ezekben a napokban népszerű? Már többen is hívtak. – kérdezi. Elmondom, majd én is csak azt tudom kérdezni, hogy van az, hogy ami nem lehetséges, az mégis működik.

Azon a nyomáson, amit a stekkpumpa létrehoz, a gázolaj már összenyom-

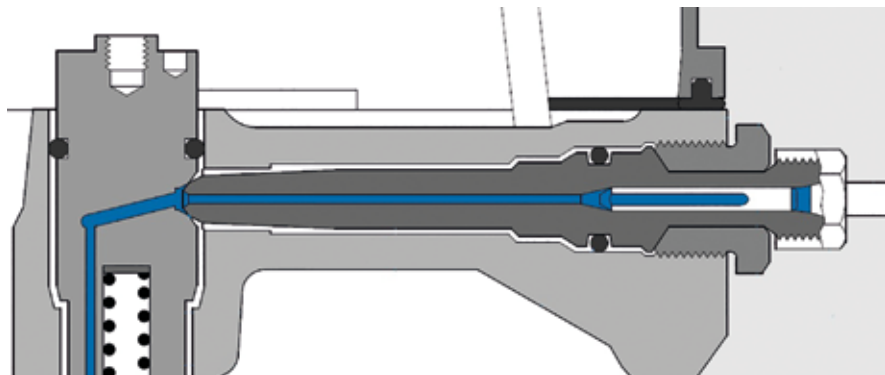
bar nyomást előállítani képes karos nyitónyomásmérővel 5 vizsgáljuk? Néhány lenyomásig, ez talán három, van porlasztás, majd hamar felkeményedik és nem lehet további befecskendezést létrehozni. A részolajmentes porlasztótartóban a zárt rugókamra ezalatt teljesen feltöltődik gázolajjal.

A nyitónyomásmérés – mint megtudtuk – úgy történik, hogy az első pár befecskendezésnél kell a nyomásmérőt figyelni. Ha ismételni akarjuk, akkor a palackanya-lazítással kell a rugókamrából a gázolajat kiereszteni, majd újra kezdeni a mérést. Egy alternatív módszer, ha hagyjuk pihenni a porlasztót kb. 10 percig, ez idő alatt leépül a nyomás és újra lehet 3-szor vizsgálni a nyitónyomást (Filep Diesel).

A Bosch figyelmeztet, hogy a porlasztó nyitónyomása csak az EPS100-as készülékkel vizsgálható, az EPS200-al



5



6

ható. A fúvókatú meg tud emelkedni, mert összenyomja a folyadékot. Az összenyomás csillapítja is a mozgást, illetve közelítőleg úgy fog viselkedni a nagyobb dózisok és nagyobb fordulatszám tartományában, mintha kétrugós porlasztó lenne.

Egyedül a Bosch egyik dízeltechnikai alapokat ismertető, sok kiadást megért szakkönyvében (a „sárga” füzet sorozatban) találtunk szűkszavas említést erről a technikáról. (Lásd a forrásjegyzék két Bosch-tételét, melyekben az erre vonatkozó szöveg azonos.)

A szöveget idézzük:

„Többszelepes haszongépjármű-motoroknál különösen ott, ahol a fúvókatartót hengertengelybe kell felszerelni, a helyszűke miatt lépcsős fúvókatartó (DHK-STH) szerelvényeket használnak. A működés módja ugyanaz, mint a szokásos fúvókatartóknál. A lényeges különbség abban rejlik, ahogyan a nyomócső csatlakozik. A lépcsős tartón a nyomócső a fúvókatartó házához csatlakozik. Ez az elrendezés általában a nagyon rövid nyomócsöves megoldásnál használt, jótékony hatással van a befecskendezési nyomásra a kisebb holt térfogat miatt. Lépcsős fúvókatartókat résolaj-elvezetésű és résolaj-elvezetés mentes kialakításban gyártanak. (...)

Egyes fúvókatartókon nincs résolaj-visszavezetés. A rugókamrában lévő

tüzelőanyag csillapítja a túmozgást nagy dózissal és nagy motorfordulatszámnál, hasonlóan, mint azt a két rugós fúvókatartó eredményezi.”

Bosch terminológiában a DHK – Düsenhalterkombination, fúvókatartó, porlasztótartó; az STH – Stufenhalter, lépcsős fúvókatartó.

VÉGEZZÜNK SZÁMÍTÁST!

A fúvóka tehát csak akkor nyit ki, amikor a gázolajpárna, ami tőre támaszkodik, összenyomódik. A folyadékok, így a gázolaj is, összenyomható. Tudtuk ezt persze, hiszen az adagolási folyamatban, a dózisszámításnál ezzel számolunk, amióta dízeladagolás létezik.

Az alapösszefüggés:

$$K = -V \frac{dP}{dV}$$

számításunkhoz alkalmas kifejezés:

$$\Delta V = -1/K (V \bullet \Delta p)$$

ahol:

K – a folyadék kompressziós modulusa (bar),

ΔV – a nyomás hatására létrejött térfogatcsökkenés,

V – a kiinduló térfogat.

A számításnál minden azon múlik, hogy ismerjük-e a gázolaj K értékét, illetve változását a nyomás és a hőmérséklet függvényében. Az irodalom közöl ada-

tokat, mi elfogadtuk az alábbi értékeket: 150 bar gázolajnyomásnál 14 300 bar, 600 bar-nál 16 560 bar.

A kiinduló geometriai térfogatot (minden tér térfogata, ami a tű felett van, java részben a rugókamráé) megmértük a Mercedes porlasztónál, értéke: 1200 mm³.

Milyen gázolajra ható nyomással számoljunk?

A tű homlokfelülete nyomja a tűkamra gázolaját. Ennek a nyomásnak a forrása a nyomókamrában, a tűkúpra ható nyomás. Kérdés, hogy ezzel a nyomással létrehozott térfogatváltozás (csökkenés) mekkora tüemelkedést tesz lehetővé.

Kiinduló adataink:

- tűhomlokfelület 12,69 mm²,
- tüemelkedés max. 0,11 mm,
- ha a nyomás a tűkamrában 1500 bar, akkor a nyomás, mely a rugókamrában a gázolajra hat 532 bar.

Meghatározva ezzel a nyomással a gázolaj térfogatcsökkenését, tehát az összenyomódását, komprimálhatóságát, az igen jelentős. Ha a tű szabad emelkedésű lenne, az 532 bar nyomás révén akár 3,1 mm-t is tudna emelkedni.

A tüemelés azonban ütköztetett. Maximális, 0,11 mm emelkedése 1,4 mm³ gázolaj térfogatcsökkenést hoz létre, mely a tűkamrában alig több, mint 20 bar nyomásnövekedést okoz.



7

Közelítő számításunk szerint a gázolaj-párna a túmozgást alig akadályozza, a rugóerővel együtt hat.

A nyomókamra nagy gázolajnyomása révén jut folyadék a rugótérbe, de azt nem tudjuk, hogy a dinamikus folyamatokban ez a rövid ideig fennálló nagy nyomás milyen mértékben növeli meg a rugókamrában a nyomást. Jelentős lehet, mert néhány, 3–5 löket után a nyitónyomás-vizsgálónkkal (max. nyomása, eszköze válogatja, 400–600 bar) már tüemelést nem tudunk létrehozni. Az is tapasztalat, hogy új porlasztóknál később, több karlenyomás után áll be a blokkolás, tehát lassabb a nyomás „átszivárgás” a rugókamrába. A rugótér nyomása, alapos indokkal feltehető, hogy két adagolás közötti

szünetben, a tű melletti némi visszaszivárgással, leépül. Hiszen akkor a rugótérben lesz nagyobb a nyomás.

A GÁZOLAJ NEM MEREV ÜTKÖZŐ, HANEM PÁRNA

A dolog lényege, hogy a gázolaj nem merev ütközőfelületként, hanem kvázi rugóként hat, melynek szerepe van a túmozgás csillapításában. A tűnyitás tehát lehetséges. Azt, hogy a K értéke milyen függvény szerint alakul a nyomás és a nyomásemelkedés függvényében (mi) nem tudjuk, hiszen a nyomásemelkedés sebessége, az adagolószivattyú nyomásnövelése sebességének hatására, a fordulatszámmal nő. Ez jelentheti azt is,



9

hogy a dózisonkénti befecskendezés mennyiségeloszlását „egyszerű módon” módosítja, mint a Bosch mondja, a kétrugós porlasztók távoli rokonaként. Ács Antal úr adagolóvizsgálói próbapadi mérést végzett a Lamborghini 190-es 6 hengerű traktormotor visszafolyás nélküli Bosch porlasztójával. A motor adagolószivattyúja PFR 1K 90A 535 9. A porlasztónál 10 a visszafolyást csavarral zárta le a gyártó, tehát viszonylag egyszerű beavatkozással lehet mérni lezárt és résolajelvezetett állapotban is. Az első mérési eredmények azt mutatják, hogy a szállításban egyáltalán nincs különbség. (!)

Arról, és ezt be kell ismernünk, semmit sem tudunk, hogy ez a műszaki megoldás miért született, miért alkalmazták. Miután az autógyárak vezérlő csillaga a költségcsökkentés, ez játszhatott szerepet benne. Az sem igaz, hogy „igénytelenebb” környezetben ez így is elmegy, hiszen igencsak igényes teherautó motorjánál való alkalmazása a



8



legismertebb. De akkor miért nem terjedt el? Vitathatatlanul nagyobb a porlasztótartó hőmérséklete, de ez nem kritikus. Vajon a rugókamrába beszorult gázolaj „elfárad”, kémiai átalakulása következik be? Ki tudja? Beépítési helyhiány korlátozta egyes esetekben az elvezetés kialakítását? Sok esetben PLD befecskendezési rendszerknél találjuk, de van kivétel. Arról nincs tudomásunk, hogy közúti jármű motorjánál ma alkalmaznák. Valószínű, hogy ez is a velünk élő történelem egy darabja.

ZÁRSZÓ

Egy rejtély, akinek az volt, talán megoldódott.

A dízelmotornál a kívülállóknak, mindenki ide értendő, aki nincs fejlesztési tűzközelben, bőven akadnak megmagyarázhatatlannak tűnő megol-

dások. Hadd utaljak például a dugattyú égéstér kialakítására, azonos alapmotornál évről évre beszámolnak, hogy a geometrián igazítottak, néha jelentős alakváltozásokat is bevezetve. Ehhez járulnak még a porlasztócsúcs furatkialakításának finomságai. Vajon miért kellett a CR max. nyomást 2500 bar-ról 2700-ra növelni? Ez a nyomáslépcső már tényleg „szét tudja zilálni” a befecskendezőfűvókában a gázolaj-molekulákat? ■

Forrás:

Kantengesteuerte Diesel-Verteilerein-
pritzpumpen, Robert Bosch GmbH, 2002.

Sárga füzet sorozat, p. 73-75.

Konrad Reif (Hrsg.): Dieselmotor-Management, Robert Bosch GmbH, 2003. Sárga

füzet sorozat, p. 125.

Nagyszokolyai–Lakatos: Motorüzemeltetői enciklopédia, Minerva-Sop Novadat, 2000.

10

VÁLASZD A GYŐZTESEK MOTOROLAJÁT

PETRONAS

PETRONAS SYNTIUM

Oil Developed For

AMG PETRONAS MOTORSPORT

THE WINNING FORMULA FOR THE WORLD CHAMPIONS 2014 - 2020

WSW PRODING Petronas hivatalos magyarországi forgalmazó

www.wswproding.hu