

A common-rail nyomásviszonyai

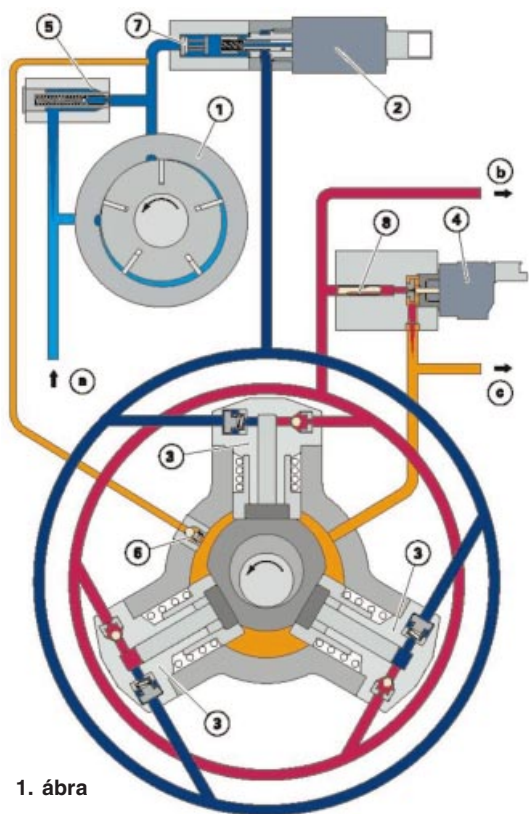
Azon Tisztelt Olvasóknak, akiknek volt türelmük végigolvasni az előző két részt anélkül, hogy kedvüket szegtem volna a Siemens és Bosch common-rail rendszerek hidraulikus jellemzőinek megismerésével kapcsolatban, garantálhatom, hogy játszi könnyedséggel fogják az utolsó két részt végigolvasni. Nem mintha ezen két rendszer egyszerűbb működésű lenne mint a Delphi, de a „száraz tudnivalók” tárgyalásán túl vagyunk, így fokozottabban koncentrálhatunk a konstruktőrök által alkotott csodák megismerésére.

A Bosch CR-rendszerről vitathatatlanul több cikket, tudósítást találunk a szakirodalomban, illetve az interneten mint a Siemens CR-rendszerrel kapcsolatban, ám – mint azt a későbbiekben látni fogjuk – a Bosch is tartogat olyan meglepetéseket, melyekről sem a cég, sem a cikkírók nem beszélnek, sőt kényesen ügyelnek arra, hogy

behatóbb gyakorlati tanulmányozás híján (pusztán rajzok és leírások alapján) ne tudjunk meg bizonyos rendkívül fontos részleteket a működés valódi körülményeivel kapcsolatban. Ha azonban most azonnal fellebbentém a fátylat ezen részletekről, ki olvasná el a következő – utolsó – részt? Ezért tehát kezdjük – illetve folytassuk – a Siemens common-rail rendszerrel:

A Siemens már a kezdeteknél felkészült minden eshetőségre. Common-rail rendszerénél azonnal a piezotechnikával nyitott, és nem törődve a költségcsökkentés alantas befolyásoló tényezőivel, a szerkezet lehető legjobb adaptációs tulajdonságokkal történő felvértezésével foglalkozott, feltehetően piacszerzéssel kapcsolatos nagyra törő terveinek megvalósítása érdekében. Az előző részekben tárgyalt tények miatt természetesen a Siemens is alkalmazza a bemenő gázolajmennyiség szabályzását, de – ellentétben a Delphi, illetve bizonyos esetekben a Bosch CR-megoldással – a nagy nyomású hidraulikus kör azonnali nyomáscsökkentésére, illetve nyomásmentesítésére szolgáló nagy nyomású szabályzó szelepet (PCV) is felvette repertoárjába. A jól ismert beépített tápszi-

vattyú (1) a tápnyomásszabályzó szelep (5) felügyeletével (alacsony nyomás alatt lévő – előzetesen finomszűrt – gázolajjal látja el a common-rail szivattyút. Innen a szűrővel (7) ellátott mennyiség szabályzó (VCV) szelepen (2) keresztül folytatja útját az alacsony nyomású gázolaj egészen a nagy nyomású bemeneti szelepekig. Eddig nem volt semmi újdonság a Delphi-rendszerhez képest, innentől kezdve azonban jócskán különbözik a rendszer működése. A Siemens (hasonlóan a Bosch-hoz) 3 db, egymástól 120 fokra elhelyezkedő nagy nyomású munkahengert alkalmaz a nagy nyomás létrehozására, melyekben mozgó elem dugattyúk egy excenter segítségével kapják a nyomási energia növelésére szolgáló alternáló mozgású hajtást. „Forgó mozgást végző excenter és alternáló mozgás? Akkor itt valamelyik hajtó alkatrésznek el kell csúsznia a másikon!” – gondolhatja magában az olvasó teljes joggal. És valóban: a nagy nyomású szivattyú konstrukciós kialakítása miatt a lökőtalp működés közben állandóan csúszkál az excentrikusan elhelyezett hajtótengely sík lapján. A létrehozandó hatalmas nyomások miatt azonban el lehet képzelni, hogy – annak ellenére, hogy törekszenek ezen felület lehető legnagyobb értéken tartására – milyen nagy erővel próbálja ez a felület megszabadítani magát a kenést biztosító gázolaj-filmtől. Ezt azonban a konstruktőrök nem nézték átlenül, hanem biztosították a hajtásnak otthont adó tér nyomás alatt lévő gázolajjal történő ellátását. Ezt a feladatot a kenőszelep (6) látja el. A bemeneti szelepeken keresztül, az elem dugattyú lefelé történő mozgása közben a VCV-szelep által szabályozott mennyiségben gázolaj jut a nagy nyomású hengerekbe, ahonnan azután a felfelé mozgó elem dugattyú ellentmondást nem tűrő módon préseli a tüzelőanyagot a kimeneti szelepeken keresztül a közös nagy nyomású csatornába, onnan pedig a közös nyomótérbe. A közös nagy nyomású csatorna és a közös nyomótér között rendíthetetlenül



1. ábra

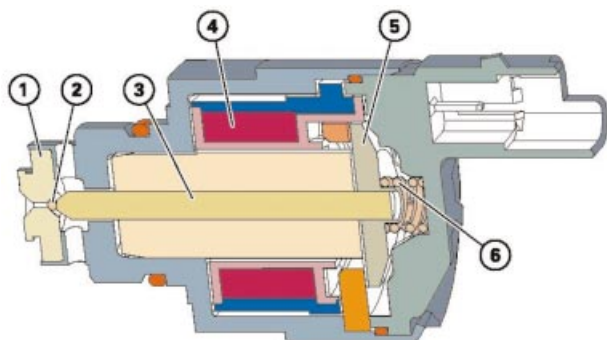
vigyázza a railnyomást a nagynyomású szelep (PCV, 4), melyet egy rúdszűrő (8) véd az esetleges dugulásoktól. A mennyiség szabályzó (VCV) szelep a Delphi-rendszertől eltérő módon itt árammentes állapotban zárva van, tehát ilyenkor a nagynyomású szivattyú tüzelőanyag-ellátása megszakad. Mi következik ebből? A Delphinél a hidraulikus rendszer diagnosztikájához használt „húzzuk le a mennyiség szabályzó szelep csatlakozását, és nézzük meg, mire képes a szivattyú” című módszert itt nem alkalmazhatjuk. Ehelyett azonban kárpótlásként ellenőrizhetjük a tápszivattyú szállítóképességét, illetve ezzel együtt a kisnyomású rendszer hatékonyságát.

A VCV-szelep árammentes állapotban ugyanis a tápszivattyú által keringtetett gázolaj mennyiségéből (gyári diagnosztikai értékek segítségével) következtethetünk a kisnyomású rendszer jószágára. A nagynyomású (PCV) szelep olyan kialakítású, hogy árammentes állapotban egy rugó nyomja a golyószelepet az ülékhez, azaz egy kis értékű nyomás (kb. 50 bar) jön létre a működő rendszerben (2. ábra). Ez a nyomás azonban messze nem elég ahhoz, hogy a motor beinduljon, illetve üzemeljen. Működés közben az alkalmazott árammal arányos mértékben alakul ki nyomóerő a golyószelepet az üléken tartó rúdban, azaz növekvő áramértéknél növekszik a railnyomás. Mindkét, fent említett szelep (VCV, PCV) működését egyszerűen úgy ellenőrizhetjük, hogy alapjáraton üzemelő motornál egyszerűen lecsatkozottatjuk a szelep elektromos csatlakozóját. Ha ilyenkor nem áll le a motor, akkor az adott szelep megragadt. Természetesen a Siemens-rendszernél is találunk nagynyomású érzékelőt, gázolajhőmérséklet-érzékelőt, gázpedálhelyzet-érzékelőt, motorfordulat-

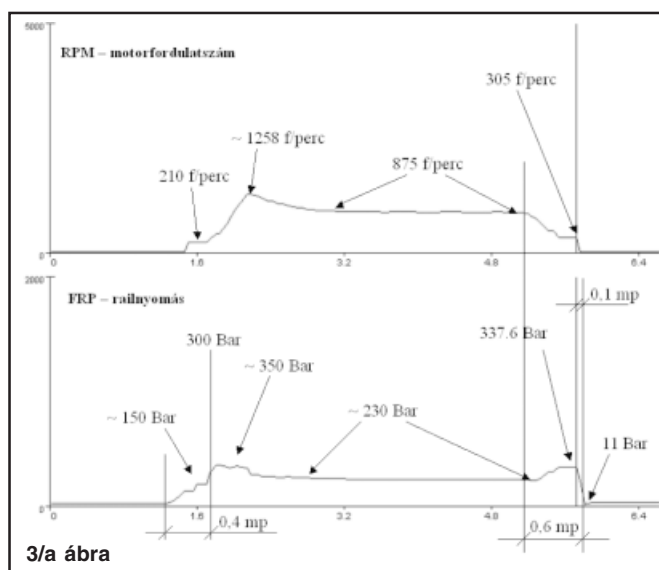
szám-érzékelőt stb., ezek működése, illetve feladata azonban megegyezik a Delphi-rendszernél látottakkal, ezért itt most ezeket külön nem tárgyaljuk.

Vizsgáljuk meg most két Siemens-alkalmazás nyomáslefutását (3 a, 3 b ábra), melyből kiderül, hogy ez a rendszer rendkívüli flexibilitása miatt milyen meglepetéseket okozhat a diagnosztikát végző személynek. Mindkét ábrán egy-egy rendszer-alkalmazáson mért motorfordulatszám/railnyomás időbeli lefolyását láthatjuk. Világosan látszik a cikksorozat első részében említetteknek megfelelően, hogy indításkor egy egészséges rendszerben rendkívül gyorsan felépül az indításhoz szükséges railnyomás. Ez eddig nem is meglepő. Az sem hat már az újdonság erejével (annak, aki az előző részeket végigolvasta), hogy a terheléssel arányosan változik a railnyomás értéke. Leállításkor azonban láthatunk két furcsaságot. Az első esetben a motor leállításakor az alapjáraton railnyomás értékét a rendszer rövid időre megemeli. A másik görbén azonban nem látunk ilyen „nyomás huplit”. Mivel egyetlen leírásban sem találtam erre határozott indoklást, ezért csak arra tudok gondolni, hogy a dízelmotoroknál jellemző leállításkori motoringadozást akarták ezzel a módszerrel enyhíteni, ugyanis

a „nyomás huplis” motornak nincs szívócsőlezáró pillangószelep, a másiknak azonban van. A leálló motor főteengelyének fokozott terhelése viszont nyilvánvalóan előbb megállítja a forgást, mint terheletlen esetben. Akármilyen is az igazság, egyértelműen látszik, hogy a VCV- és a PCV-szelepek együttes



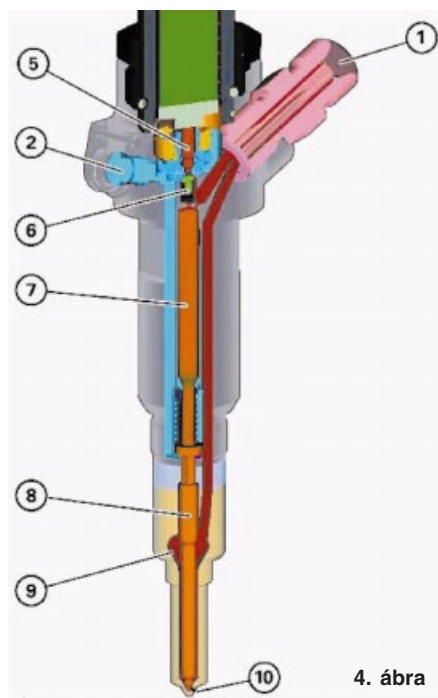
2. ábra



3/a ábra

alkalmazásával praktikus bármikor, bármilyen nyomást létre lehet hozni a nagynyomású rendszerben (természetesen a szivattyú nyomás-burkológörbében belül). Erre a kérdésre a következő részben tárgyalandó Bosch-rendszernél szintén vissza fogunk térni. A másik érdekesség a leállítás után maradó nyomásérték mértéke. A fentiekben arról beszéltünk, hogy a nyomásszabályzó (PCV) szelep rugója kb. 50 bar maradó nyomást okoz a rendszerben. Akkor miért esik le igen rövid időn belül a nyomás értéke 50 bar alá? A válasz hasonló a Delphi-rendszernél említett okokhoz. Ha tüzetesebben megvizsgáljuk a 4. ábrán látható porlasztómetszetet, akkor láthatjuk, hogy a porlasztótű/lökőrúd közbetét, illetve azok megvezetései mellett (mivel ezek mozgó alkatrészek) a gázolaj (kismértékben ugyan, de nyomás alatt állandóan) szivárog, biztosítva ezzel a mozgó alkatrészek kenését. A világoskékkel jelölt részen keresztül így a gázolaj a „résolaj-visszavezető” csatlakozáshoz kerül, határozottan csökkentve ezzel a nagynyomású rendszer nyomását. Itt is igaz tehát, amit a Delphinél megállapíthattunk, hogy „a porlasztó „résolaj-visszavezető” kivezetésén működés közben egyszerre távozik a vezérlőelem felett (vezérlőmennyiség) és alatt (résolajmennyiség) a gázolaj, tehát helyesen vezérlő-résolaj mennyiségnek kellene nevezni, kivéve a porlasztók vezérlése nélküli üzemállapotot, amikor zárt vezérlőelem mellett csak

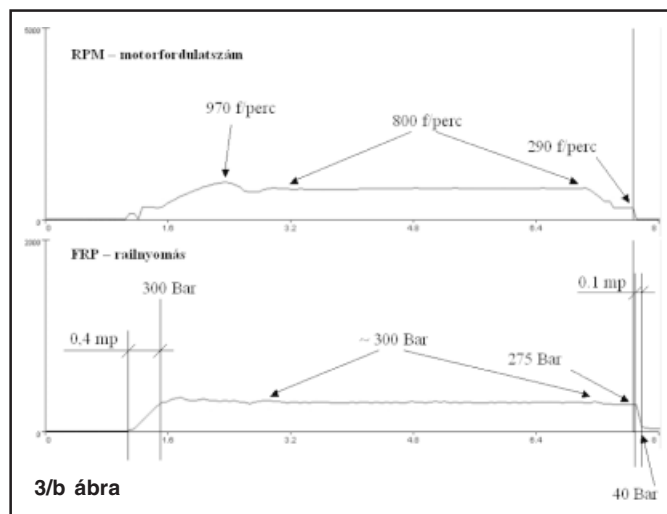
résolajmennyiség távozik a rendszerből”. Mivel azonban a Siemens nem alkalmazza a railnyomás leépítésére a Delphi-féle porlasztóvezérlési módszert, ezért adott körülmények között kénytelen volt nagynyomású szelepet (PCV) beszerezni, melynek segítségével azonban már bármikor oda tudja csökkenteni a railnyomást, ahová csak akarja. Indításkor (és menet közben) természetesen a nagynyomású szivattyú szállítási értéke messze túlteljesíti ezt a részolajmennyiséget (egészséges rendszerrel), ezért mérhető csak indítás közben az árammentes PCV-szelep rugója által biztosított kb. 50 bar railnyomás. A fentiek miatt a nyomás teljes leépülésének biztosítása érdekében leállítás után 30 másodpercig nem szabad a nagynyomású rendszeren megbontással járó beavatkozást végezni! Mielőtt továbblépnénk, mindenképpen meg kell említenünk egy – a piezorendszer működéséből adódó – rendkívül fontos tudnivalót a common-rail rendszereknél alkalmazandó általános biztonsági előírásokon felül. A piezoporlasztók működése közben a működési elvből adódó sajátosságok miatt SZIGORÚAN TILOS járó motornál a porlasztó(k) elektromos csatlakozójá(i)nak lecsatkoztatása! Ennél a rendszerrel a piezoelemeket a nyitási impulzushoz



4. ábra

képezt ellentétes polaritással kell a porlasztó zárására kényszeríteni. Ha – szerencsétlen módon, de valós veszélyt magában hordozó szituációban – éppen akkor szüntetjük meg az adott porlasztó(k) áramellátását amikor az nyitva van, akkor elérjük azt a szerencsétlen állapotot, hogy a nagynyomású

rendszerben lévő gázolja a motor működése közben akadálytalanul ürül az adott henger-(ek)be. Sok örültséget megcsináltam már életemben egy-egy sikerrel kecsegtető diagnosztikai módszer elvégzése érdekében, de ezt a határt még soha nem léptem át. Ezért aztán nem is tudom megmondani, hogy vajon ilyen esetben hogyan reagál a rendszer a rendkívüli üzemlaphoz, illetve, hogy a motor mit szól ehhez a drasztikus beavatkozáshoz. Maradjon ez inkább örökre titok, egyszerűen nem éri meg kockáztatni! A Siemens porlasztók tárgyalásánál érdemes megemlíteni, hogy a régebbi rendszereknél a piezotorony rendkívül kis méretváltozása miatt a szervoszelep vezérlőelemét egy emelőszerkezet segítségével nyitogatták. Ezt az emelőszerkezetét elhagyták, de a 4. ábrán jól látható, hogy a vezérlőelem biztos zárása miatt zárt helyzetben holtjátékot kell biztosítani a vezérlőelem (6) és a piezotorony közötti kapcsolatban (5). Ez azonban nem egyszerű feladat egy olyan mechanikus szerkezetnél, melyet menet kötéssel szerelnek össze, és a teljes elmozdulási érték 40–80 mikron, melyből kb. 10 mikronnyi holtjáték szükséges a megbízható működéshez. Még egyszer megerősítésként hangozzon el tehát: megfelelő gyári berendezések és szerszámok hiányában NE próbálkozzon a Siemens CR-porlasztók szétszerelése után azok összeszerelésével, illetve ilyen módon történő bármilyen javítással! Végezetül egy érdekesség, mely mindhárom (Delphi, Siemens, Bosch) rendszerre jellemző, de nem



3/b ábra

szoktak túlzott jelentőséget tulajdonítani neki. A gyújtás kikapcsolásakor egyik rendszerrel sem (még a Siemensnél sem) tapasztalható, hogy a railnyomást azonnal nullára csökkentené az elektronika. Ennek az ismert kenési, valamint légmentességet biztosító feltételeknek való megfelelésen kívül az is az oka, hogy leállításkor a motorvezérlés a „végletekig reménykedik” abban, hogy a gyújtáskapcsoló elfordításával adott leállítási parancs csak a véletlen műve (ebből is látszik, hogy milyen életre való rendszerekkel van dolgunk). Komolyra fordítva a szót, csak akkor ad egyértelmű végzetes nyomáscsökkentési parancsot a motorvezérlő elektronika, ha a motor szerkezeti adottságai miatt (pl. kettős tömegű lendkerék) már ő maga sem engedné a motor újraélesztését. Egészen addig tehát, amíg a legkisebb remény is van a motor tovább járására, az elektronika nem engedi ki a kezéből a lehetőséget. Ez a tény egyszerűen ellenőrizhető. Kissé megemelt fordulatszámnál ki kell kapcsolni a gyújtáskapcsolót, majd az adott rendszerre jellemző „halálos fordulatszám” elérése előtt vissza kell kapcsolni azt. Ekkor azt tapasztalhatjuk, hogy a motor tovább jár annak ellenére, hogy a Delphi- és a Siemens-rendszerrel minden lehetőség adott az azonnali teljes nyomásvésztés elérésére. A Bosch-rendszerrel ennek kissé más az oka, mint az előzőekben említett két megoldásnál, de ez már a következő részre tartozik.

(Folytatjuk!)

Szentmártony Gergely