

# Piezo adagolóporlasztó

A közelmúltban - több mint egy évtizeden át - lehattunk tanúi az adagolóporlasztós dízeltechnika tündöklésének, míg napjainkban lassú kimúlásának vagyunk szemlélői. Az e technikát sikerre vivő VAG PD TDI motorjainak lelke az adagolóporlasztó egység, vagy ahogy az angol szaknyelv mondja, a Unit Injector. A technikai fejlődés ezt a szerkezetet sem kerülte el, a mágnesszelepes generációk után itt is megjelent a piezotechnika. Miután szép számmal futnak útjainkon is piezós PD, azaz PPD TDI-k, nagy mulasztás lenne részünkről, ha nem mutatnánk be a megszokott elemző részletességgel.



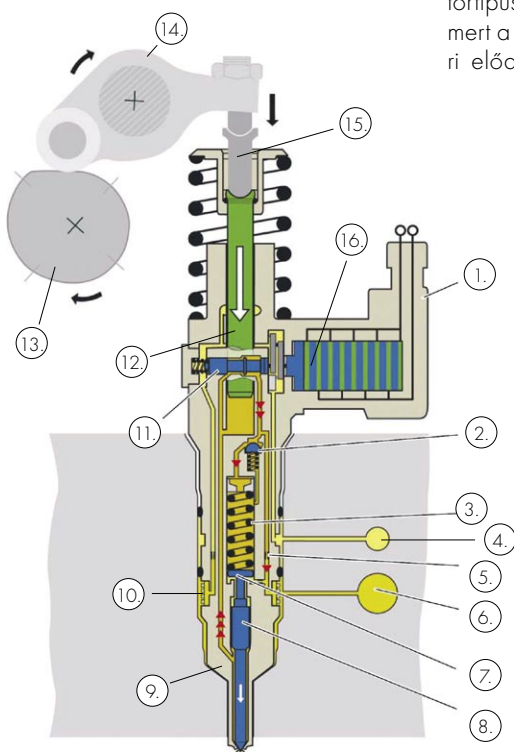
Megismerve működését és ízekre szedve, az első benyomásunk, hogy rendkívül szellemes, nagyszerű mérnöki alkotás. A mágnesszelepes adagolóporlasztót lapunkban már részletesen bemutatuk (Autószerző 1999/9. szám) és több százan vettek részt a „pédétédéi”-tanfolyamokon is. A cikk „könnyed” megértéséhez nem árt a „kedves rokonra” vonatkozó ismereteinket felidézni.

2003-ban alapították és 2004 novemberében kezdték a piezós vezérlőszelep beavatkozójú adagolóporlasztó, a PPD első generációját gyártani a Siemens VDO-val a németországi Stollbergben létrehozott Volkswagen Mechatronic GmbH & Co. KG joint venture cégnél. A VW 2006-ban ezt a cégét eladta.

A mágnesszelepes változatokat egyes motortípusoknál azért kellett piezósra váltani, mert a mágnesszelepes nem tudott egyszerű előadagnál (pilot-befecskendezés) töb-

bet létrehozni a főadag előtt, és nem tudta annak szöghelyzetét változtatni, valamint vezérelten nem tudott utóadagot sem képezni a koromszűrő regenerálása céljából. A piezotechnika gyors szelepműködtetésre, szelepkapcsolásra képes, ezáltal válik lehetővé a többszörös befecskendezés.

A befecskendezések száma (2 pilot + 1 főadag + 2 utóbefecskendezés) tehát maximálisan öt lehet. A befecskendezések az adagolóporlasztó dugattyújának (plunger) folyamatos befelé menetében jönnek létre, a piezoszelep (visszafolyás/nyomás) vezérlése hatására. A dugattyút a vezérlőbüttyök meredek büttyökoldala, görgős himba keresztül mozgatja.

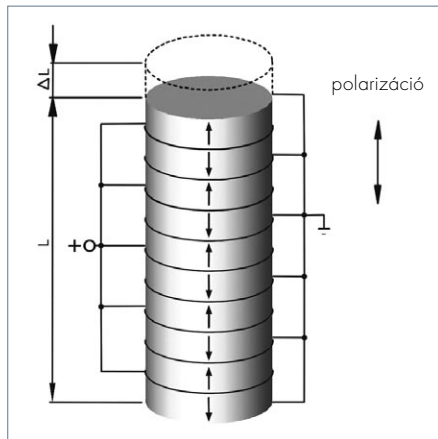


**A PPD adagolóporlasztó szerkezeti vázlata. A rajz a pilotbefecskendezés utáni szeleptűzárást és a rugókamra feltöltési fázist mutatja.**

- 1 - piezobeavatkozó,
- 2 - visszacsapószelep,
- 3 - porlasztótűrugó és rugókamra,
- 4 - visszafolyó-csatorna,
- 5 - fojtás a feltöltőágban,
- 6 - tüzelőanyag-tápcsatorna (feltöltés),
- 7 - porlasztótű-rugótányér, mely egyben tűzáró dugattyú,
- 8 - porlasztótű,
- 9 - porlasztócsúcs,
- 10 - az elemfeltöltés furatai,
- 11 - vezérlőszelep,
- 12 - adagolóelem (plunger),
- 13 - büttyök,
- 14 - görgős himba beállítócsavarral,
- 15 - nyomótüske,
- 16 - piezooszlop

## A piezooszlop

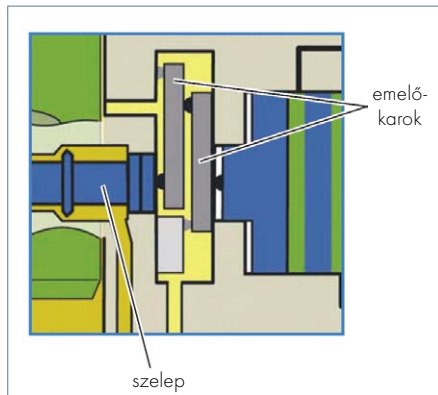
Nézzük először a piezo működtető elemet és a szelepet. A piezooszlop (Piezo-Stack) kristálylap rétegekből épül fel, a rétegek között elektróda található (1. ábra). Az elektróda egyben a villamos csatlakozás. Ezen keresztül ha töltést kap a kristálylapka, geometriai alpméretét (L) megváltoztatja: vastagságát növeli ( $\Delta L$ ), illetve célszerűen megválasztott feszültség/áram értékkel és iránnyal visszaállítja. A vezérlőfeszültség 100 és 200 V között van. Egy kristálylapka 0,08 mm vastagságú. Méretváltozása ennek 0,15%-a, tehát 0,12  $\mu\text{m}$ . A PPD-ben a gázolaj útját nyitó/záró szelep elmozdulása kb. 0,1 mm. Számoljunk! A piezooszlop teljes hossza (mert ennyi hely van) kb. 26,7 mm. Ebbe kb. 334 lapka fér el (26,7:0,08).



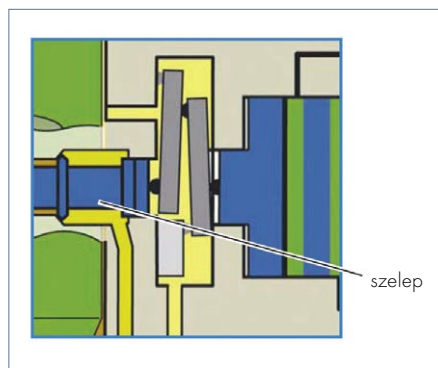
1. ábra

Ez az oszlop ennek révén 0,04 mm-t tud megnyúlni ( $334 \times 0,12 \times 10^{-3}$ ). Ez bizony kevés, mechanikai emelőkarra van szükség, ennek áttétele: 2,5. Rajzon (2/a és 2/b) és fényképen (3. ábra) mutatjuk be, miként alakították ki.

A TDI-motorok alapjáratú zajkibocsátása – mint azt a gyártó állítja – nem égési, motormechanikai forrású, hanem azt az adagolóporlasztó kelti. A porlasztóban a gyors és nagy nyomásváltozás gerjeszt, és



2. a ábra



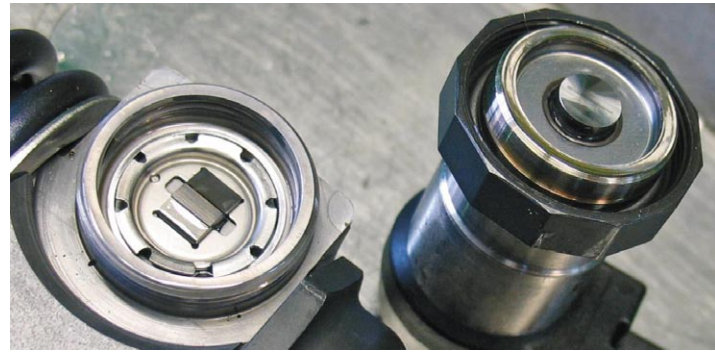
2. b ábra

viszi át az adagolóhajtáson keresztül a rezgést a motortestre, mely bocsátja ki a jellegzetes motortesthangot. A PPD-rendszer több okból is csökkenti a zajt: a nyomásvezérlés gyorsabb és határozottabb (a mágnesszelepphez képest négyszer gyorsabb!), az alapjáratú nyomás kisebb és a PPD elemdugattyú átmérője, a mágnesszelepes egységhez képest kisebb, ezzel kisebb a rendszerműködés erőigénye. A piezós adagolóporlasztó paramétereit táblázatba foglaltuk.

A piezo igaz, hogy gyorsan kapcsol, de ezzel a mechanika működési sebessége nem tud az időben vele lépést tartani. Mivel a végeredmény számít, jelen esetben

– szabad engednie a tüt megemelkedni, nyitni.

A dízelbefecskendezés technikájában az elő- vagy pilotbefecskendezés nyitónyomása és a főadag-befecskendezés nyitónyomása között, jó ha különbség van. A pilotadagnál határozottan legyen kisebb a nyitónyomás, mint a főadagnál, de mindkettőnél a zárás



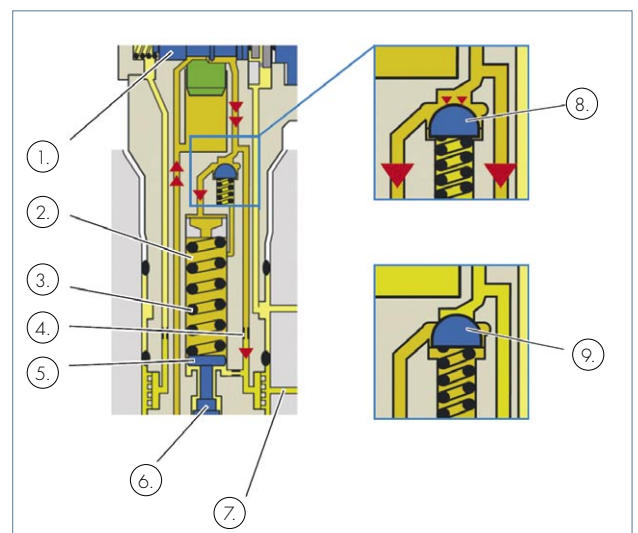
3. ábra

Adagolóporlasztó-típus	PPD 1.1 (piezo)
Elemdugattyú-átmérő	6,35 mm
Minimális befecskendezési nyomás	130 bar
Maximális befecskendezési nyomás	2200 bar
Pilotbefecskendezések száma	0-1-2 választható
Utóbefecskendezések száma	0-1-2 választható
Forgattyúsög-intervallum a pilot-, a fő- és az utóbefecskendezés között	>6 (változtatható)
Pilotadag-mennyiség	> kb. 0,5 mm <sup>3</sup>

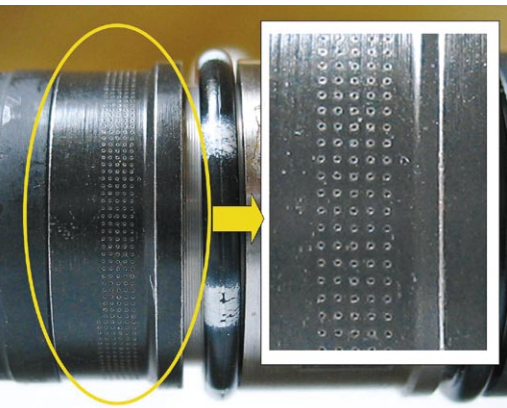
a piezóval önmagában nem sokra megyünk. A konstruktőröknek ezért kellett tovább „agyalni”, miként lehet ehhez a mechanikát illeszteni, és amikor kell, mozgását felgyorsítani.

### A porlasztótű-rugókamra

A porlasztótűrugónak természetesen az adagolóporlasztónál is fontos szerep jut. A befecskendezés végén gyorsan és határozottan kell ülékére leszorítania a tüt, tehát zárnia. A porlasztócsúcscsukamban pedig a nyomás növekedésénél csak egy meghatározott értéknél – a tervezett nyitónyomásnál



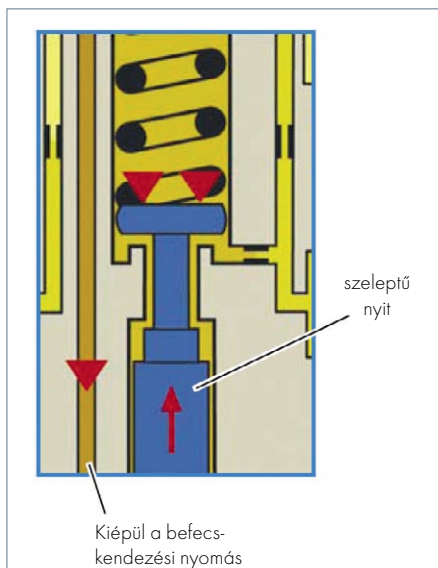
4. ábra: 1 – vezérlőszelep, 2 – porlasztótű-rugókamra, 3 – porlasztótűrugó, 4 – fojtás a feltöltőágban, 5 – porlasztótű-záródugattyú, 6 – porlasztótű, 7 – tüzelőanyag-feltöltő tápcsatorna, 8 – visszacsapószelep nyit, 9 – visszacsapószelep zárva



5. ábra

legyen gyors és határozott. (Emlékezzünk a kétrugós porlasztókra, ahol a rugókombinációval éppen ezt kívánjuk elérni.) Az adagolóporlasztónál nincs elegendő hely arra, hogy rugókombinációt helyezünk el, tehát trükközni kell.

A rugókamrában ha a gázolajnyomás értékét befolyásolni tudjuk és a szeleptű rugótáryérja egyben dugattyú is, akkor ez sikerül. A 4. ábra mutatja a gázolajtereket és a csatornákat, a működés megértéséhez azonban némi magyarázat szükséges. A „körforgást” a pilotbefecskendezés végével kezdjük. Ezt a helyzetet mutatja az adagolóporlasztó metszeti vázlatrajza is. Ilyenkor a piezo vezérlőszelep nyit, a nagynyomású térből a gázolaj visszaáramlik a feltöltőcsatornába. Egy apró közbevetés erejéig itt szakítsuk meg a magyarázat fonalát. Az adagolóporlasztó házába a gázolaj furat mezőn lép be, mint azt az 5. ábra mutatja. Így van ez a mágnesszelepes változatoknál is. Ez nem

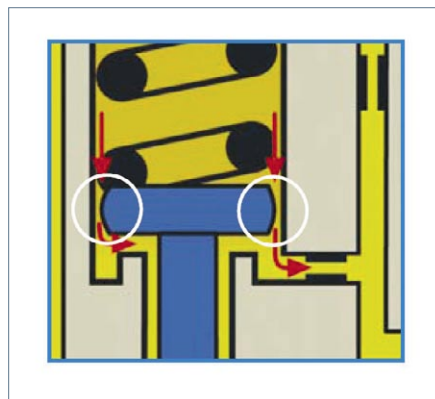


6. ábra

szűrő, mérete miatt nem is lehet az, hanem az elemből nagy nyomással a hengerfejen lévő tápcsatornába visszaáramló gázolajat fojtja, hogy az ne erodálja a csatorna falát. Szóval, a feltöltőcsatornában lévő fojtás azonban gátolja a visszafolyást, ezzel növeli a nyomást. Ha a nyomás eléri a visszacsapószelep nyitására szükséges értéket, az nyit, és a rugókamrába engedi a gázolajat. Az itt kialakuló nagy folyadéknyomás a tűzárast gyorsítja. A továbbiakban azonban lassan leépül a nyomás a feltöltőágban, a visszacsapószelep visszazár. A rugókamrában a gázolaj előbb kialakult nagy nyomása - mert zárt tér alakul ki - állandósul. A főbefecskendezés kezdetekor ez a nyomás hat a rugótáryérra (6. ábra), és a rugóerővel együtt növeli a nyitónyomást, a főbefecskendezés végén pedig segíti a tűzárast. A következő befecskendezési ciklus bekövetkeztéig azonban a rugókamra nyomása a résvesztés miatt (7. ábra) leépül, így a következő pilotbefecskendezés nyitónyomását (kb. 130 bar) csak a rugóerő határozza meg. (Azt ne kérdezzék, hogy két pilotbefecskendezésnél mi a helyzet - erről a leírások mélyen hallgatnak. A pilotbefecskendezések egymáshoz képest szögértékben közelebb vannak, mint a főadaghoz, ez finomíthatja a helyzetet. Erre talán számunkra fény soha nem derül, mert ez nem is gyári, hanem konstruktóri információ. Nincsen valakinek rokona, ismerőse arrafelé...?)

**Itt is BIP**

A befecskendezés kezdetét (BIP, azaz Beginning of Injection Period) a piezónál is villamosjel-változási eseménnyel azonosítjuk. A vezérlőszelep felütkezése után a piezooszlop feszültsége megugrik, ezt értelmezi a motorirányítás (és a diagnosztika!) a befecskendezéskezdet eseményeként. A sze-



7. ábra

lep tökéletes (gyors) zárását a diagnosztika pedig úgy vizsgálja meg, hogy a piezóra kiadott vezérlés kezdetétől számítva figyeli mennyi idő múlva jelenik meg a BIP eseménye. Ha ez az idő túl rövid vagy túl hosszú, az hibára utal. Ezt az ellenőrzést a fedélzeti diagnosztika minden ötödik befecskendezési ciklus után, a ciklusok közötti szünetben, egy teszimpulzus kibocsátásával vizsgálja. Azért a semleges periódusban, mert ekkor egy esetleges visszamaradó rendellenes nagy nyomást is fel tud tárni.

**A szerelés**

A piezoporlasztó a második generációs mágnesszelepes porlasztó helyére behelyezhető, leszorítása - csavarral történő rögzítése - azonos módon történik. Az azonban lehetetlen, hogy egy mágnesszelepeset piezóra cseréljünk, mert a piezós vezérlése természetesen más motor-ECU-t kíván (VAG Siemens/VDO Simos PPD 1.1-1.5). A piezónak is két generációja van (PPD 1.0 és PPD 1.1). Az első a Passat 2,0 liter - 103 kW 4 V, tehát 4-szelepes TDI-be került 2006-tól. Később ebben a modellben is felváltotta a régit a PPD 1.1-es változat. Ezek sem csereszabatosak, annak ellenére, hogy ránézésre azonosak! Motorjárási rendelkezéseket okoz a nem odaillő változat. Figyeljük az alkatrészsámot!

A szereléshez különösebb célszerszámok nem szükségesek. A PPD beszerelésénél a két leszorító csavar meghúzósa: 3 Nm a beültetéshez (célszerű szeleprugó-lenyomatóval ráségítenünk!), majd 90° elfordítás, hagyjuk kicsit pihenni, majd húzzunk rá 180°-ot. A kihúzatáshoz a T10163 jelű kihúzó és a T10133 lengőtömeges kalapács, míg az O-gyűrűk felhúzásához a T10308 művelőkészlet ajánlott (ez eltér a mágnesszelepesnél alkalmazandótól!). A kiserelésnél a kábelkötegtartó sánt kompletten emeljük ki, ne csak a kábelt bontsuk ki a csatornából! Vezetéktörés-veszély!

A piezós TDI-motorok gyártása ugyan még tart, de ez a változat is lassan-lassan kifutóban van. Reméljük, hogy pótalkatrész-ellátásával még sokáig nem lesz gondunk.

DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

Forrás. Ha nem lennének a VW szakképzési oktatófüzetei, a közismert SSP sorozat tagjai, melyet az erWin-en (www.erwin.hu) keresztül bárki megvásárolhat, bizony ezt a szerkezetet sem tudnánk ilyen alaposan megérteni (SSP 352). A fejlesztőtől, gyártótól rendelkezésre álló információk sajnos titkolódzóan sovánnyak. A Siemens VDO Automotive sajtóanyaga és a 26. Internationalen Wiener Motorensymposiumon elhangzott, e tárgyban tartott előadása azért sokat segített.