

Dezmodromsko upravljanje ventilima

Često smo čuli famoznu riječ kojoj baš i nismo odmah znali značenje, a koja ima grčki korijen i najbliže značenje „desmos“ = vezano i „dromos“ = vožnja. U slobodnijem prijevodu i u kontekstu mehanike ovaj izraz bi označavao vezano ili vođeno kretanje nekog elementa. U nastavnom tekstu objasniti ćemo o kojem se elementu radi i kakvu ima funkciju, te će tada ta riječ imati potpun smisao

PIŠE: MIRO BARIĆ

U dalekom broju 12 Moto Pulsa objasnili smo princip rada desmodromike, ali to je bilo 1997. godine, pa su se do danas i mnoge stvari izmijenile, evoluirale i usavršile. Stoga će biti zanimljivo saznati više o nečemu što usavršava i koristi samo jedna tvrtka na svijetu.

Ta tvrtka, ne bismo to trebali shvatiti kao reklamu, je „Ducati“, a spomenuti sustav ugrađen je danas u sve modele te kuće.

Desmo Dromos

On je skup i kompliciran, ali djelotvoran i koristan. Sama činjenica da je najbrži motocikl današnjice „Ducati Desmosedici“ opremljen ovom razvodnom tehnikom govori tome u prilog.

Za one koji nisu upoznati s tim sustavom i principom rada, kratko objašnjenje: Klasični sustav zatvaranja ventila kod 4-taktnih motora je automatski, dakle putem elastičnih čeličnih elemenata koje nazivamo opruge. Opruge za zatvaranja ventila djelotvorne su i sigurne, te su zastupljene kod gotovo svih proizvođača motocikala. Generalno, u današnje vrijeme radi

Klasičan sustav povrata ventila u distribucionom mehanizmu kod većine proizvođača motocikala su dvije cilindrične spiralne tlačne opruge - veća i deblja opruga je vanjska, a tanja, s tanjom žicom je unutarnja, koja služi kao osiguranje u slučaju loma. Na lijevoj slici je rastavljen, a na desnoj sastavljen sklop automatskog povratnog mehanizma



Agregat supersportskog Ducatijevog modela „Desmosedici“ opremljen je ovim izuzetnim distribucionim sustavom. Ovaj motor od 1000 ccm proizvodi oko 235 KS, što je još prije nekoliko godina bila fantastična brojka

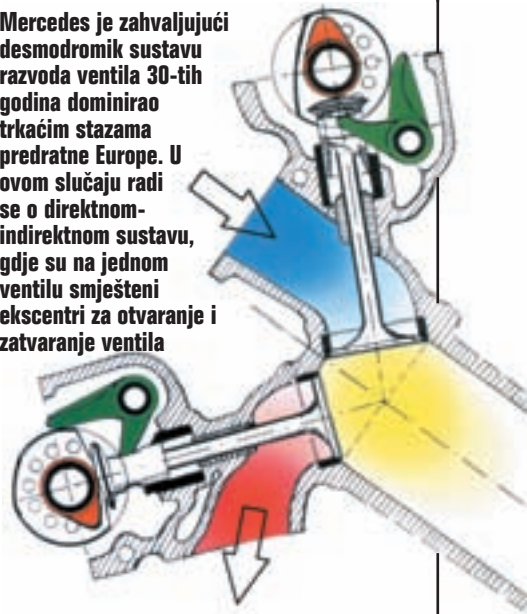
ci, efektu punjenja cilindara gorivom smjesom. Što je usisni ventil dulje otvoren u visokom režimu rada motora od npr. 10.000 okr/min, faza usisa drastično se smanjuje i mjeri se u milisekundama, kao i faza ispuha koja je također izuzetno važna.

Dakle, distribucionni program kod motora s automatskim sustavom zatvaranja ventila - oprugama, ne može biti jednak onom kojeg kontrolira desmodromika. Zašto - to ćemo sada pokazati.

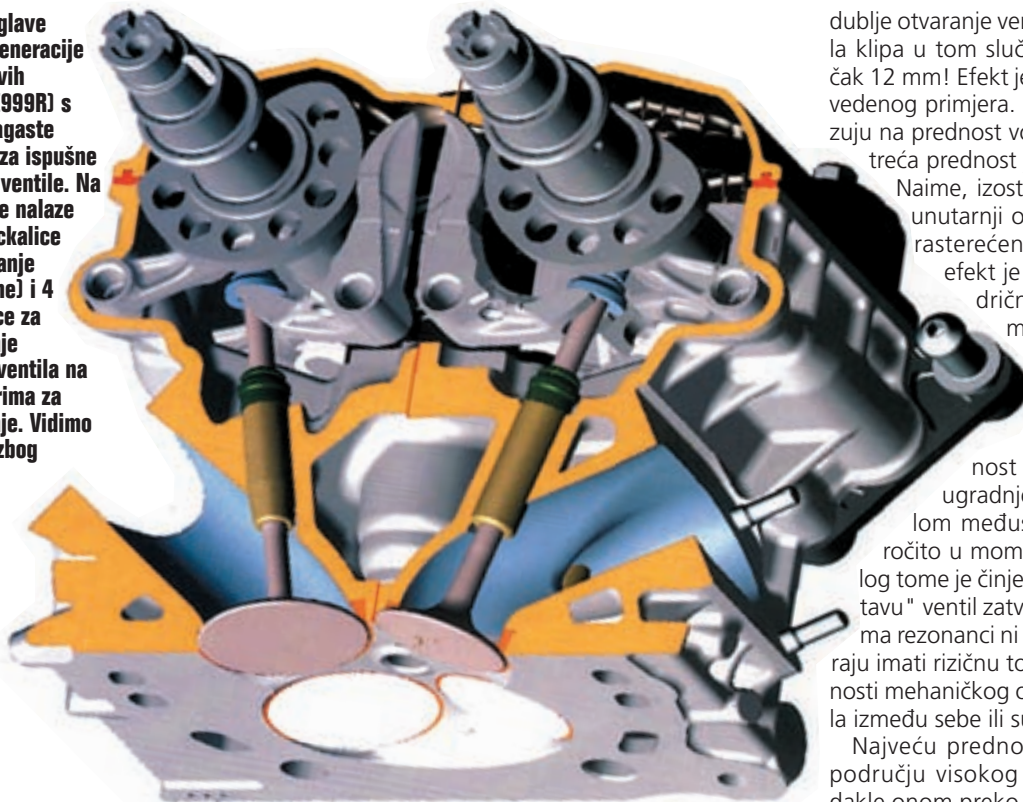
Maksimalni broj okretaja kod modernih četverocilindričnih motora kreće se između 13 000 - 14 000 okr/min. Ventil se kod tog režima rada otvori i zatvori oko 120 puta u sekundi. Ako že-

limo dobiti bolje punjenje cilindara, potpuno je jasno da u tih 120 puta nije svejedno koliko otvorenost traje. Što dulje to bolje, no kako klasičan distribucionni sustav mora imati navedenu mjeru rizika zbog tromosti opruga, tako ventili ne mogu biti otvoreni toliko dugo, kao kod desmodromičkog sustava. Nekoliko skica će vam jasno objasniti gdje ustvari leži prednost.

Mercedes je zahvaljujući desmodromik sustavu razvoda ventila 30-tih godina dominirao trkaćim stazama predratne Europe. U ovom slučaju radi se o direktno-indirektnom sustavu, gdje su na jednom ventilu smješteni ekscentri za otvaranje i zatvaranje ventila



Presjek glave zadnje generacije Ducatijevih motora (999R) s dvije bregaste osovine za ispušne i usisne ventile. Na svakoj se nalaze po 4 klackalice za otvaranje (paralalne) i 4 klackalice za zatvaranje (kutne) ventila na ekscentrima za zatvaranje. Vidimo provrte zbog balansa masa



Desmodromički sustav otvaranja i zatvaranja ventila je bilateralni, dvostruk. Dakle, bregasta osovina za otvaranje preko klackalice otvara ventil, a u momentu kada se ta operacija završava, drugi ekscentar na bregastom ventilu preuzima funkciju zatvaranja i preko druge klackalice odozdo prema gore zatvara ventil. Tako je otvaranje i zatvaranje pod strogom kontrolom.

Ovaj sustav nije neka naročita novost jer je davno prije upotrebljavan na mnogim tehničkim spravama, od parnih strojeva (brodova, lokomotiva),

Distribucioni sustav desmodromik ima bilateralno djelovanje, odozgo djeluje sila koja ventil otvara, a s donje strane, u suprotnom smjeru ga sila zatvara. Silu proizvode ekscentrični elementi ili bregaste osovine



do šivaćih i sličnih mehaničkih sklopova i strojeva.

Tek 20-tih godina prošlog stoljeća sustav je našao primjenu na području mototehnike. Englezi, a posebno Nijemci, razvijali su desmodromiku kao mehaničko-distribucioni razvodni patent. Posebno je bio uspješan „Mercedes-Benz“ koji je sustav 30-tih godina koristio na svojim trkaćim automobilima.

Postoje razne konstrukcijske različitosti kao što su samo jedna klackalica, direktno otvaranje, indirektno zatvaranje (sa samo jednom klackalicom), zatim paralelne klackalice, pa kutne itd.

Vratimo se funkciji: u desmo sustavu ventil je dulje otvoren, što omogućuje dulje usisavanje i dulji ispuh (vremenski dulje trajanje, što dozvoljava apsorbiranje volumenski veće količine smjese). Druga je velika prednost i

dublje otvaranje ventila, tek 1,5mm do čela klipa u tom slučaju ventil otvara 11 ili čak 12 mm! Efekt je isti kao kod prvog navedenog primjera. Prva dva primjera ukazuju na prednost volumetričnog učinka, a treća prednost je mehaničkog učinka.

Naime, izostanak opruga oslobađa unutarnji otpor, tako da je motor rasterećen, što je vrlo važno i efekt je velik (kod četverocilindričnog, četveroventilskog motora sa po dvije opruge po ventilu=16 ventila i 32 opruge!) i zamjetan.

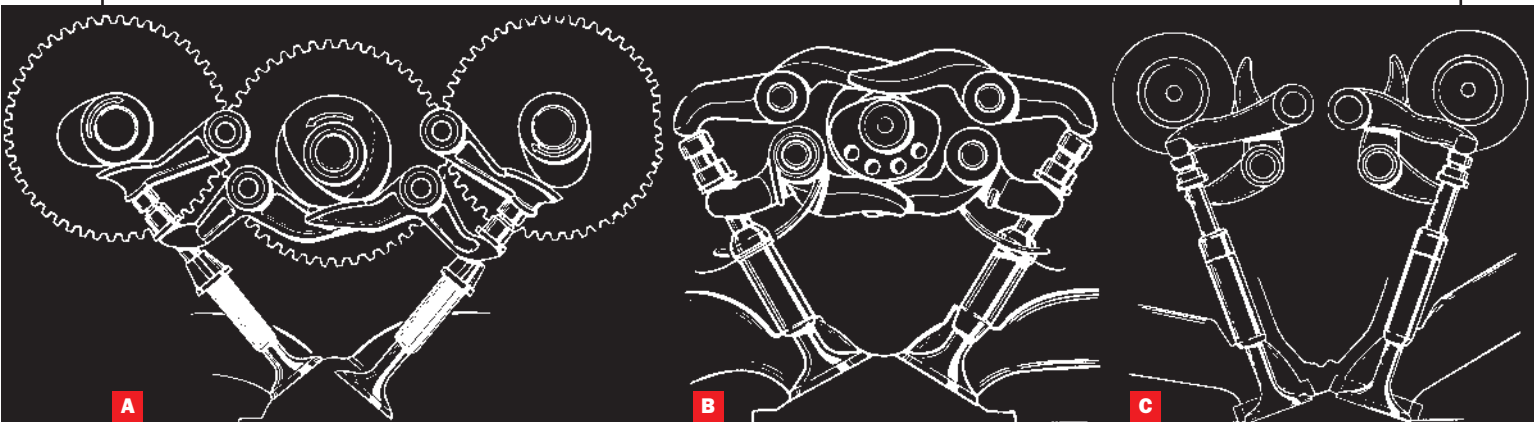
Konstrukcijska prednost je opet u mogućnosti ugradnje velikih ventila na malom međusobnom razmaku, naročito u momentu preklapanja. Razlog tome je činjenica da u „desmo-sustavu“ ventil zatvara brzo i precizno, nema rezonanci ni titraja opruga koje moraju imati rizičnu toleranciju zbog mogućnosti mehaničkog oštećenja (sudara ventila između sebe ili sudara klipa i ventila).

Najveću prednost desmo ostvaruje u području visokog režima rada motora, dakle onom preko 8.500 okr/min i tu krivulja snage i momenta na dijagramu pokazuje razliku u odnosu na klasičan razvodni sustav.

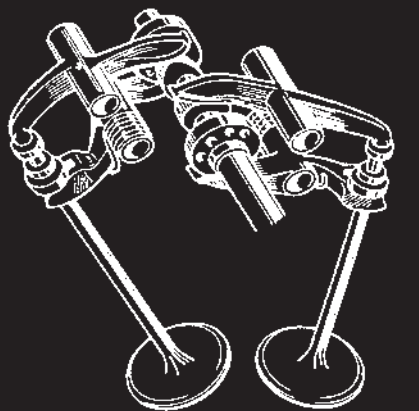
Visok broj okretaja opet je zamka koja može štetiti desmodromici iz smog jednog razloga: zbog loše regulacije, odnosno, fine mehaničke ujedna-



„Ducati“ je lansirao desmo sustav u širu komercijalnu produkciju početkom 70-tih godina. Na ovoj slici vidi se monoaksijalni sistem s paralelnim klackalicama. Male opruge na donjim klackalicama za zatvaranje služe kao pomoć u niskim okretajima i malog su otpora (model „Pantah“)



Tri starije verzije desmodromik sustava razvodnog mehanizma: **A** - troaksijalni, dvije bregaste osovine sa svake strane za otvor i jedna u sredini za zatvaranje (1960). **B** - monoaksijalna bregasta s paralelnim klackalicama na jednoj osovini, s 4 ekscentra: dva za podizanje i dva za zatvaranje ventila (1970). **C** - biaksijalna četveroventilska izvedba s kombiniranim kutnim i paralelnim klackalicama



Najnovija generacija „desmotre“. Iz nacrtane projekcije lijepo se vidi klackalica za otvaranje i zatvaranje te dvije pločice za regulaciju ventila (u sredini). Sa strane je to isto, ali gledano s te strane nedostaje bregasta osovina zbog bolje preglednosti

čenosti. Naime, bilo je dosta prigovora da je takav tip motora nesiguran i krhki sklop, što u stvari nije istina. Čak naprotiv, desmosustav nije osjetljiv na slabo podmazivanje zato što na površinu ekscentara bregaste osovine i klackalica ne djeluju oslobađajući snaga-pritiska opruge ventila. Isključivo i jedino pravilo desmodromičkog sustava jest da mora biti ispravno, korektno i redovito reguliran ('poštelane' gornje i donje pločice ventila). U tom će slučaju sustav funkcionirati savršeno. Dakle, niz prednosti koje smo naveli omogućuje konstruktorima ovog sustava da distribucioni dijagram bregaste osovine bude onakav kakav zahtijevaju brzi sportski ili natjecateljski motori.

Karakteristika motora s tim sustavom osjeti se odmah na prvi „sluh“, naime, akceleracija motora je „življa“, slično kao kod dvotaktnih motora, a podsjetimo se da je to upravo jedna od njihovih najvećih prednosti

(izostanak unutarnjeg opterećenja). Jednostavno, ukoliko će desmo sustav zadovoljiti motore visoke zahtjevnosti, sigurno je da će funkcionirati i u komercijalnoj produkciji, kao što je to kod modela tvornice „Ducati“.

Najveće zasluge za razvoj desmodromike u toj tvornici sigurno pripada ing. F. Taglioni-u, a poslije njegovog odlaska tu ulogu je preuzeo mladi ing. Filippo Preziosi.

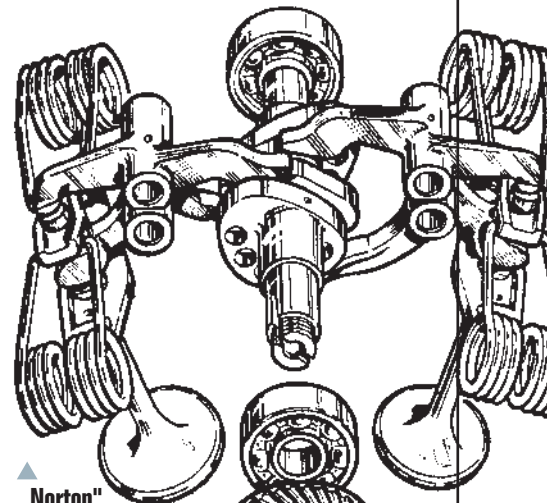
Dvoventilska desmo-tehnika (desmoduo) devedesetih je godina usavršena i konstruiran je bianalan četveroventilski sustav (desmoquattro), dok je par godina u nazad pridodan i troventilski sustav (desmotre) monoanalan, kao i desmodue.

Danas, kada su kvaliteta i tehnologija materijala izuzetno visoke, problem koji je mučio konstruktore 40-tih, 50-tih i 60-tih godina riješen je, ali ne do kraja.

Naime, iako su opruge ventila danas povećane, titrajni efekt je ostao, a rezonanca bregaste osovine u rotaciji koju prouzrokuju opruge (prilikom pritiska i ekstenzije opruge na bregastoj osovini stvara se titrajni efekt akceleracije i deakceleracije) ne može se izbjeći.

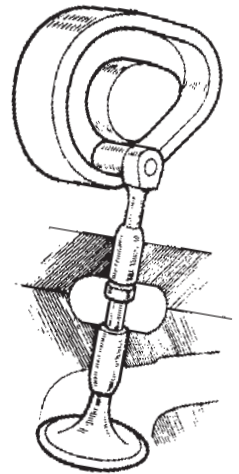
Posve jednostavno: klasičan sustav razvoda otvaranja ventila je „tvrđi“ (brijeg - ekscentar bregaste osovine), a povrat je „automatski“ (elastičan, ovisan o rastezljivoj moći opruge). Kod desmo sustava otvaranje i zatvaranje je „tvrdo“, točno i nepogrešivo. Dakle, ako smo uspjeli donekle dobro objasniti, desmo sustav vođenog distribucionog mehanizma zaobišao je probleme koje su imale klasične opruge ventila i s pravom se postavlja pitanje zbog čega ovaj sustav nije u većoj mjeri zastupljen kod proizvođača motocikala.

Vrijeme razvoja trajalo je dugo, veliki napori i sredstva uloženi su u ovaj projekt, a na odluku proizvođača najviše utječe cijena proizvoda. Desmo sustav poskupljuje proizvod za oko 15% i mogući su ga dozvoliti samo ekskluzivne tvrtke. ■



▶ „Norton“ je također uspješno razvijao desmo sustav, a „Ducati“ je u ranoj fazi razvio sustav sličan današnjem. Ove opruge su kasnije eliminirane i mnogi modeli imaju sustav koji je sličan ovdje prikazanom

▶ Najjednostavniji mogući sustav desmodromike je izgledan ekscentrični kanal u koji je umetnuta rolica - valjak, koji je navojem spojen na ventil, te je to ujedno i regulacija ventila



▼ Ova sjajna simulacija prikazuje razvodni mehanizam desmodromik sustava na Ducatijevom trkačkom modelu „Desmosedici“, ali samo na jednoj od dviju glava motora. To je indirektni sustav, dakle preko prijenosnih klackalica, od kojih je ona za otvaranje s gornje strane ventila i paralelna je u odnosu na os bregaste osovine, dok je ona koja zatvara ventil kutna, otprilike 90 stupnjeva. Veći ekscentri su oni za zatvaranje, a manji za otvaranje ventila, dakle svaki ventil ima svoj ekscentar za otvaranje i zatvaranje, te pločicu za regulaciju za otvaranje s gornje, a za zatvaranje s donje strane ventila. Klackalice su učvršćene aksijalno osovinama i mobilne su u njima radialno. Prijenos s radilice je preko cilindričnih zupčanika tzv. Kaštel ili kaskada zupčanika zbog točnosti razvoda. Svaka glava ima osam ventila i 16 klackalica. Ukupno motor ima 16 ventila i 32 klackalice, 16 osovine klackalica i 32 pločice za regulaciju ventila kao i „šaku“ sitnih dijelova

