

# Turbo ili kompresor?

Atmosferski motori daleko su najzastupljeniji u moto industriji. Čak možemo reći da danas niti ne postoje serijski motocikli s prednabijanjem. To i ne smatramo osobitim problemom s obzirom na to da nam proizvođači iz godine u godinu nude više snage iz iste zapremine, no postoje oni kojima ni to nije dovoljno. Motocikli za cestovnu upotrebu od preko 200 konjskih snaga? Kako? Na sljedeći način:

## Tlači me nježno!

PIŠE: MARKO GUZINA

Na prste jedne ruke možemo nabrojati serijske motocikle s ugrađenim prednabijanjem. Bio je tu veliki BMW bokser sredinom prošlog stoljeća, koji je koristio mehanički kompresor. Početkom osamdesetih svi veliki japanski proizvođači ponudili su po jedan model pojačan turbo punjačem. Tako je Honda imala model CX 500/650 turbo, Kawasaki GPz 750 turbo, Yamaha XJ650 turbo i Suzuki XN 85 turbo. Kako odaziv tržišta i odabir vremena za predstavljanje ovih modela nije bio dobar, Suzuki je izrađen u samo 1153 primjeraka. I ostale proizvođače je ubrzo popustila turbo groznica. To možemo



Presjek turba sa promjenjivom geometrijom

objasniti neuravnoteženostu sklopova motora, odnosno time što kočnice, ovjes i okviri motora u to vrijeme nisu bili dorasli turbo agregatima. Takvih problema nije imao švicarski graditelj motora Egli. On je na motor iz Kawasaki GPz 1100 ugrađivao turbo kompresor, pa cijeli paket ugrađivao u super kruti okvir od krom-molibden cijevi vlastite izrade. Ovjes i kočnice su bile vrhunske u to doba, Paoli i Brembo. I pored svih kvaliteta i performansi Eglijevi motocikli su bili skupi i proizvedeni u malim serijama, pa nisu poznati izvan kruga poznavatelja.

Treba imati na umu da govorimo o vremenu kada su i super sportski motocikli imali nešto više od 100 konjskih snaga. Možda danas proizvođači ne nude motocikle sa prednabijanjem zato što već klasa 600 donosi snagu kojom se nisu mogli pohvaliti ni modeli sa 1100

kubika od prije 20 godina. Drugo objašnjenje je to što današnji vrhunski modeli svoj razvoj duguju trkaćim stazama i postojećim klasama. Kako prednabijanje nije dozvoljeno na utrka, bilo bi skupo voditi razvojni program za njihovu primjenu, kada se taj razvoj ne bi mogao koristiti i za promociju kroz utrke.

Svejedno, motori sa prednabijanjem postoje i to u popriličnom broju. U SAD je upotreba mehaničkih kompresora stara stvar, jer je to bio najlakši način dobivanja goleme snage iz velikih i tromih V8 motora svojstvenih za njihove automobile. S vremenom je u upotrebu ušao i turbo, a unazad desetak godina pojavilo se više proizvođača kompleta za ugradnju na motocikle. Na tržištu su takozvani „bolt on“ kompleti koje vlasnik bez posebnog tehničkog znanja može ugraditi na svog ljubimca. U ponudi možete naći razne tipove prednabijanja. Najčešće su to turbo punjači za sofisticirane japanske proizvođače, odnosno mehanički kompresori za tromije modele poput Harley-Davidsona. Par godina unazad kao najjednostavnije i naj-

### ČETIRI KLASIČNA JAPANSKA TURBAKA



Honda CX 650, čudan izbor V2 agregata sa vrhunskim rezultatom



Kawasaki GPZ 750 Turbo





kompaktnije rješenje nudi se centrifugalni kompresor.

Kako ti načini prednabijanja ne bi ostali nepoznanica, sada ćemo ih pojedinačno objasniti. Počnimo s mehaničkim kompresorima. U upotrebu su ušli ranih godina prošlog stoljeća u auto utrckama. Inženjeri su uvidjeli da će, ako u cilindar unesu više smjese zraka i goriva, dobiti više snage. Logično rješenje je bio sklop koji će baš to i činiti. Mehanički kompresori su pogonjeni s radilice motora kojega upuhuju, a ovisno o izvedbi mogu imati isti broj okretaja kao radilica ili različit, preko sklopa remenja ili zupčanika. Osnovna karakteristika mehaničkih kompresora je da porast tlaka dolazi linearno, odnosno proporcionalno broju okretaja. Efikasnost kompresora na različitim okretajima može dovesti do sitnih odstupanja od toga, ali u pravilu je tako. To znači da će kompresor dodan na motor jednako povećati snagu u cijelom području broja okretaja. Porast tlaka punjenja koji se ostvaruje određuje se mehanički, odnosno upravo omjerom broja okretaja radilice i kompresora. Iz toga sli-

jedi da bez ugradnje drugačijeg pogona kompresora ne možemo mijenjati tlak prednabijanja.

Turbo kompresori su sasvim druga priča. Radi se o dva sklopa u jednom. Turbinski dio je plinska turbina pogonjena ispušnim plinovima agregata na koji je ugrađena, a ona pogoni centrifugalni kompresor koji upuhuje svježiji zrak u isti agregat. Neizostavni dio cjeline je i tlačni ventil, takozvani „wastegate“ koji se otvara kada tlak prijeđe zadanu granicu. Takav ventil je potreban zbog prirode turbo punjača. Za razliku od mehaničkih kompresora, turbo donosi porast tlaka po eksponencijalnoj krivulji, odnosno po kvadratu broja okretaja. Pojednostavljeno to znači da bi tlak prednabijanja rastao dok se motor ne uništi ili dok se

ne otvori tlačni ventil. Turbo kompresor često ima radno područje na više od 120 tisuća okretaja, pa ovisi o upotrebi modernih keramičkih materijala za ležajeve. Karakteristike su turba da u nižim okretajima ne pridonosi porastu snage, a tek kada okretaji motora porastu, povećani protok ispušnih plinova ubrzava kompresorsku stranu sklopa, pa tlak i snaga rastu. Prednost turba je upravo to da motor na koji je ugrađen možemo koristiti na manjem broju okretaja uz smanjeno opterećenje, a po potrebi motor možemo uvesti u viši režim rada, gdje je prirast snage osjetan i često iznenađan. Prednost turba u odnosu na mehanički kompresor je ta što pomoću tlačnog ventila, elektronskog ili mehaničkog, možemo regulirati krajnji pritisak prednabijanja. Time direktno reguliramo porast snage i opterećenja. Osnovni turbo kompleti za motocikle nude



**Roots kompresor**



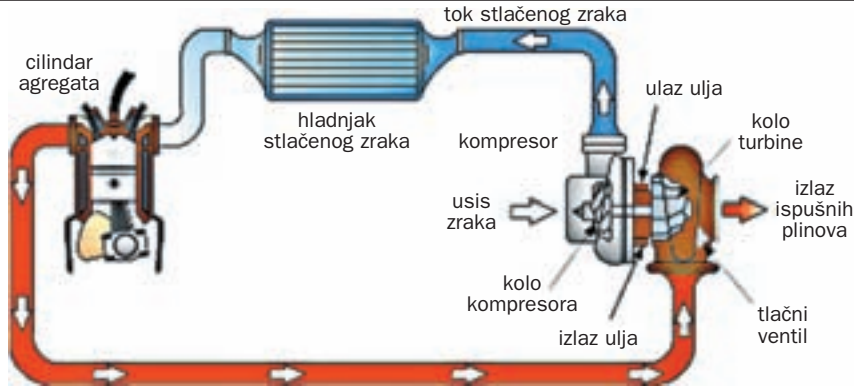
**Suzuki XN85 Turbo**



**Yamaha XJ 650 Turbo**



**PRIKAZ MOTORA KOJI ISPUHOM POGONI TURBO**



Prikaz motora koji ispuhom pogoni turbo. Turbo upuhuje stlačeni zrak kroz hladnjak u motor



Eloksirani vijci kompresora, vrhunska tehnologija za vrhunske rezultate

mehaničku regulaciju ventila, a u ponudi su i elektronski koji omogućavaju da vozač okretanjem potencijometra smještenog na dohvata ruke može povećati snagu motora i preko 30%. Nedostaci turba su visoka

termička naprezanja motora i eksplozivni porast snage koji može dovesti do gubitka kontrole i svakako preopterećuje komponente prijenosa. Rješenje koje objedinjuje većinu prednosti i samo pokoji manu mehaničkog i turbo kompresora jest centrifugalni kompresor. Radi se u stvari o kompresorskom dijelu turbo punjača koji je mehanički pogonjen s radilice agregata. Ovdje je pre-

sudan prijenosni omjer između radilice i kompresora. Kako radilica ima zadani broj okretaja, pogon kompresora se izvodi tako da na najvećem broju okretaja pruža optimalno punjenje. Agregat kojem crveno polje počinje na 10 000 okretaja u minuti pogonio bi kompresor preko prijenosnog omjera 1:10, što znači da se kompresor vrti 10 puta brže. Tako se na kraju broj okretaja agregata kompresor vrti na 100 000 okretaja u minuti, što je optimalno radno područje. Prijenos može biti izveden preko remena, zupčanika ili pomoću tarenica, a ovisno o izvedbi može biti jako kompaktan. Prednosti centrifugalnog kompresora su brojne. Za razliku od mehaničkog kompresora, ne stvara mehaničke gubit-



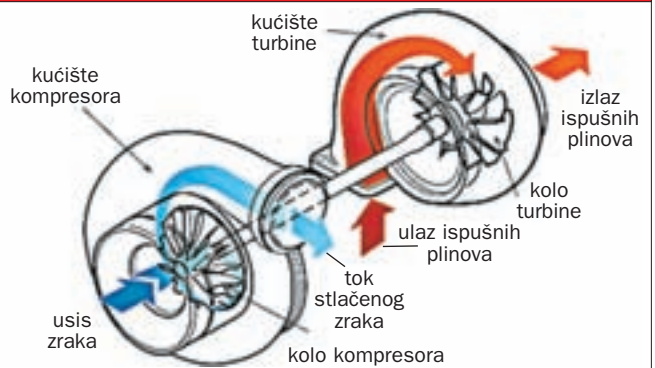
Presjek vijčanog kompresora

**PRIKAZ RADA VIJČANOG KOMPRESORA**



Centrifugalni kompresor ugrađen na Suzuki GSX-R 1000

**PRIKAZ PRINCIPA RADA TURBA**



Komplet za ugradnju centrifugalnog kompresora

ke zbog malih inernih masa. Nema potrebe za kompleksnim podmazivanjem jer je ono često sadržano u samom sklopu kompresora. Ne povećava toplinsko opterećenje motora poput turbo sustava, jer ispuh ostaje slobodan, a ni sam kompresor se ne grije i ne grije upuhani zrak. Temperatura upuhanog zraka je svakako važan čimbenik porasta snage i sigurnog rada motora sa prednabijanjem. Dok god su tlakovi u usisu relativno mali, bilo koji od navedenih sustava možete ugraditi na serijski motor. Porast snage će biti očit, ali isto tako smo sigurni da ćete ako jednom krenete, osjetiti potrebu za još ve-



Harley Davidson sa ugrađenim roots kompresorom, čest izbor za velika V2 motore



čim pritiskom, odnosno snagom. Tu se počinju javljati problemi, a proizvođači zamjenskih dijelova trljaju ruke. Najveća opasnost kod prednabijanja je kliktanje. To je pojava kada se smjesa uslijed prevelikog tlaka samozapali prije gornje mrtve točke. Ako

se na vrijeme ne otkrije i otkloni, kliktanje može vrlo brzo uništiti vitalne dijelove motora. Prvo što će vam trebati kada dođete do maksimuma iz početnog kompleta će biti intercooler. Intercooler je hladnjak stlačenog zraka koji služi povećanju snage uz održavanje istog tlaka punjenja. Od velike koristi može biti i digitalno paljenje s mogućnošću programiranja. S porastom tlaka faza paljenja se treba pomicati prema unazad, a ne naprijed, kako je uobičajeno na atmosferskim motorima. Posljednje i svakako ne najjeftinije što možete dodati izvan agregata jest sklop elektronskog ubrizgavanja goriva koji će kontrolirati smjesu i neće dozvoliti njeno pretjerano osiromašivanje uslijed porasta tlaka. Poznato je da siromašna smjesa također dovodi do kliktanja, a ako nam je porast snage osnovni cilj, pojava kliktanja nam je glavni neprijatelj.

**Vijčani kompresori, različite karakteristike za različite primjene**

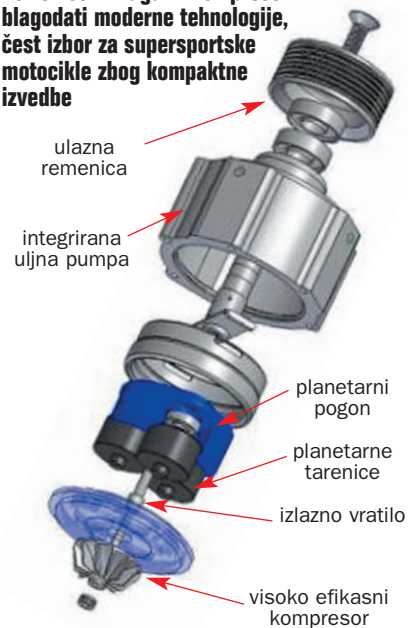


Kada smo iscrpili sve mogućnosti izvan agregata, dolaze na red njegove unutrašnje komponente. Ako smo do sada i imali mjeru, ovdje se granice gube. Kada se odlučite na promjenu cilindara, klipova, klipnjača, vijaka glave, radilice i drugog, samo je nebo granica. Dok najpopularniji Suzuki Hayabusa i Kawasaki ZX-12 R uz osnovne komplete za prednabijanje lako oslobađaju 225 konjskih snaga na zadnjem kotaču, to se smatra civiliziranim i prikladnim za cestovnu upotrebu. Složenije dorade bez teškoća istiskuju i preko 300 konjskih snaga na zadnjem kotaču, a ako toj jednadžbi dodamo i čuveni nitro, snaga raste na preko 350 konja.

Nadamo se da smo ovime uzburkali vašu maštu. Samo pazite, ako vas ugrize „turbo buba“ sigurno se nećete zaustaviti na blagoj doradi. Svakako vam preporučamo da za preradu odaberete motor koji

**PRESJEK ROTREX CENTRIFUGALNOG KOMPRESORA**

Rotrex centrifugalni kompresor - blagodati moderne tehnologije, čest izbor za supersportske motocikle zbog kompaktne izvedbe



ne planirate svakodnevno voziti, jer ćete većinu vremena provesti doradujući ga. Na žalost, spomenuti kompleti nisu dostupni kod nas, pa ste prepušteni samostalnom uvozu ili kućnoj radinosti. Da citiram poznati film: "Brzina je samo pitanje novca. Koliko brzo vi želite ići?" ■

**Suzuki Hayabusa Turbo iz švedske radionice SWT Racing. S tim holidom planiraju oboriti svjetski rekord u brzini vožnje na zadnjem kotaču koji je trenutačno 323,89 km/h pomaknuti na 350 km/h. Tehničke karakteristike zvuče nevjerojatno: snaga na zadnjem kotaču 499 KS, ubrzanje od 0-300 km/h - 9,1 sekundi i maksimalna brzina 400 km/h**

