

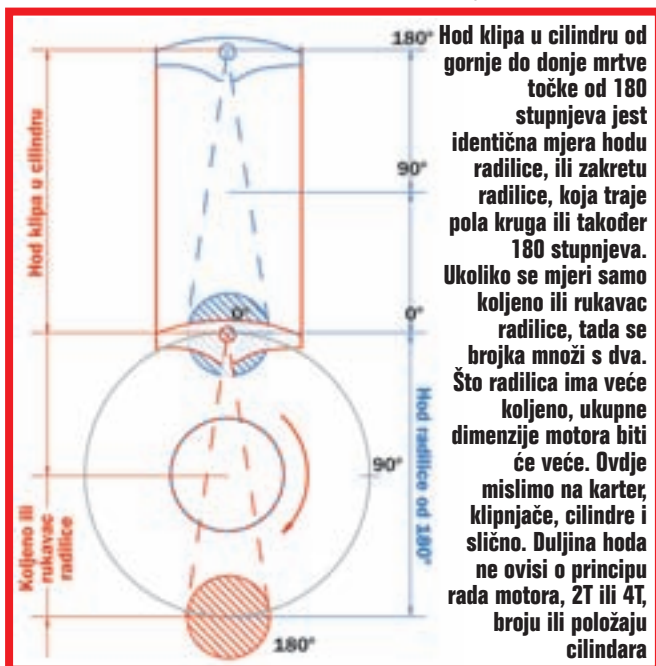
Dugi ili kratki hod



Temeljna mjera koja je razmak od središta rukavca radilice do centralne osovine zamašnjaka, prikazano na slici, umnoženo s dva daje nam hod radilice, H. To vrijedi za sve motore, bilo da su oni 2-T ili 4-T konstrukcije. Hod radilice, odnosno, hod klipa u cilindru moguće je također izmjeriti jednim okretajem radilice za 180 stupnjeva od gornje do donje mrtve točke

PIŠE: MIRO BARIĆ

Prvi tipovi motora, s početka prošlog stoljeća, bili su potpuno drugačije konstruirani nego ovi današnji. Hod radilice tadašnjih motora bio je dva i pol do tri puta veći od provrta cilindra. Takva konstrukcija omogućavala je malen broj okretaja, vrlo miran rad, ali - dakako - i malenu snagu u usporedbi s uglavnom velikim obujmom motora. Tako je, primjerice, motor od 125 kubičnih centimetara, kojem su osnovne dimenzije bile promjera 40x100 mm, davao svega jednu konjsku snagu, dok se broj okretaja motora niti izdaleka nije mogao usporediti s današnjim i iznosio je oko 1200 - 1500 okr/min.



Hod klipa u cilindru od gornje do donje mrtve točke od 180 stupnjeva jest identična mjera hodu radilice, ili zakretu radilice, koja traje pola kruga ili također 180 stupnjeva. Ukoliko se mjeri samo koljeno ili rukavac radilice, tada se brojka množi s dva. Što radilica ima veće koljeno, ukupne dimenzije motora biti će veće. Ovdje mislimo na karter, klipnjače, cilindre i slično. Duljina hoda ne ovisi o principu rada motora, 2T ili 4T, broju ili položaju cilindara

Parafraza ove Hamletove rečenice otkriva zgodnu tehničku dilemu: ona mnogima neće značiti ništa, no performanse motora - kako nekada, tako i danas - uvelike ovise o hodu radilice, jednom od najvažnijih parametara u konstrukciji motora

Usprkos vrlo skromnoj kvaliteti materijala tog doba ovakvi motori su mogli prevaliti nevjerojatan broj kilometara uz izuzetno nisku potrošnju goriva!

Već ste do sada mogli zaključiti kako je taj „pra-pramotor“ imao prednosti koje su mnogi htjeli zadržati u konstrukciji svojih motora. U tome su prednjačili britanski konstruktori kod kojih je više od 90% motociklističkih agregata bilo takve izvedbe: dakle, provrt manji od hoda radilice u odnosu od idealnog, odnosno "kvadro-dimenzioniranog" što bi značilo 100/100 ili na primjer 54 x 54 mm.

Dugim hodom smatra se kada je njegova vrijednost pomnožena s 1,2 u odnosu na provrt cilindra ili, dakako, više. Opet u primjeru provrta od 54 mm: dugi hod bi bio onaj od 64,8 mm, odnosno veći.

Kratkim se hodom smatraju manje vrijednosti od već spomenutog koeficijenta 1,2. Dakle, ako provrt iznosi 54, onda je to vrijednost hoda od 60,58,55,52,50 ili primjerice 48 mm.

Više od 50 godina razvijao se motor s kraćim hodom, jer on je donosio određene prednosti, ali i poteškoće koje su usporavale razvoj modernih motora. Zanimljivo je da su i kod automobilske, zrakoplovne i sličnih srodnih industrija bili prisutni slični problemi. Kao što smo spomenuli, primarni problem bio je nedostatak kvalitetnog materijala jer su se povećanjem okretaja motora, što je jedna od osnovnih karakteristika motora s kratkim hodom radilice, povećavala sva naprezaanja unutar motora.

Pioniri u razvoju motora "idealnih dimenzija", odnosno motora s kratkim hodom radilice, su talijanski i engleski konstruktori, što čudi s obzirom na to da su ovi potonji oduvijek bili tradicionalisti. Jedan od prvih motora koji je imao kraći hod radilice od provrta cilindra bio je vodoravni Moto-Guzzi s vrijednostima provrta i hoda 88xH82 mm, Frerra s dimenzijama 85xH88 mm, te britanski A.B.C. s dimenzijama 84 x H86 mm.

Prvi motor s kratkim hodom radilice koji je ušao u serijsku proizvodnju bio je britanski J.A.P. i to još daleke 1910. godine. Zanimljivo je da se na britanskom otoku, često okovanom tradicijom, uvijek pronade neki ekstrem. Tako je automobil niže srednje klase Ford Anglia imao neobično konstruiran motor s provrtom promjera 80,96 mm i hodom od 48,41 mm, što daje 0,59% i predstavlja vrlo rijetku konstrukciju. S druge strane, istih godina francuski Renault konstruirao je motor nama poznatog Renaulta 4 s dimenzijama 54,5 x H80 mm, što daje vrijednost od 1,47%!

No, razlozi za takve oprečne pristupe su kojekakvi. Primjerice, motor s dugim hodom ima veću radilicu, dulju klipnjaču i cilindar. Takva konstrukcija daje vrlo visoku konfiguraciju motoru, što "smeta" konstruktorima. Drugi, pak, razlog za odlučivanje za kraći hod je kod bokser motora kojima je također limitirana visina cilindra, odnosno glave motora.

Najvjerojatnije najveći tehnički nedostatak motora s dugim hodom radilice je velika, odnosno visoka srednja brzina klipa

Paton 500 bio je agregat izuzetne konstrukcije. Vrijednost provrta iznosila je 74 mm, a hoda 57 mm, dakle 0,77%, što je odlika za super-kratki hod radilice. Iako Twin konstrukcije, motor se "okretao" na 11.000 okr/min



- pitanje je sad!



Motori britanske konstrukcije upravo su karakteristični po dugom hodu klipa ili radilice. Iz tog razloga opremljeni su i velikim karterom, kućištem radilice, te visokim cilindrom. Ovakvi su motori dio britanske tradicije koji se njeguje još i danas. Na slici je Blackburne 250



Prvi motor sa "Superquadro" dimenzijama provrta cilindra, odnosno klipa, 68 x 68 mm = 250 cm³. Moto Guzzi natjecateljske izvedbe s kompresorom iz 1939. godine

USPOREDNA TABLICA

Tip	obujam	provrt x hod	postotak
Honda CBR Fireblade	954 cm ³	75x54	0,72%
Kawasaki ZX 9R	899 cm ³	75x50,9	0,67%
Suzuki GSX-R 1000	988 cm ³	73x59	0,80%
Yamaha YZF	998 cm ³	74x58	0,78%

koja prelazi 20 m/s. Što je hod klipa dulji, klipna je brzina viša. To nije samo ograničavajući faktor u smislu sigurnosti funkcioniranja takvog motora, već on proizvodi i negativne efekte. Oni se javljaju u obliku vibracija koje su neugodne ne samo za vozača, već i za cjelokupni mehanički sklop. Tako su uglavnom natjecateljski motori bili promotori tehnologije i oni su sve češće bili opremljeni motorom s kratkim hodom. Jedan od najpoznatijih je britanski Norton Manx 500.

U serijskoj produkciji, naročito onaj talijanskoj, ponegdje su bili zastupljeni kratkohodni motori koji su 60-ih i 70-ih godina prošlog stoljeća dobili neslavni epitet "brozohodnih i kratkotrajnih". No, to je bilo samo djelomično točno. Za usporedbu će

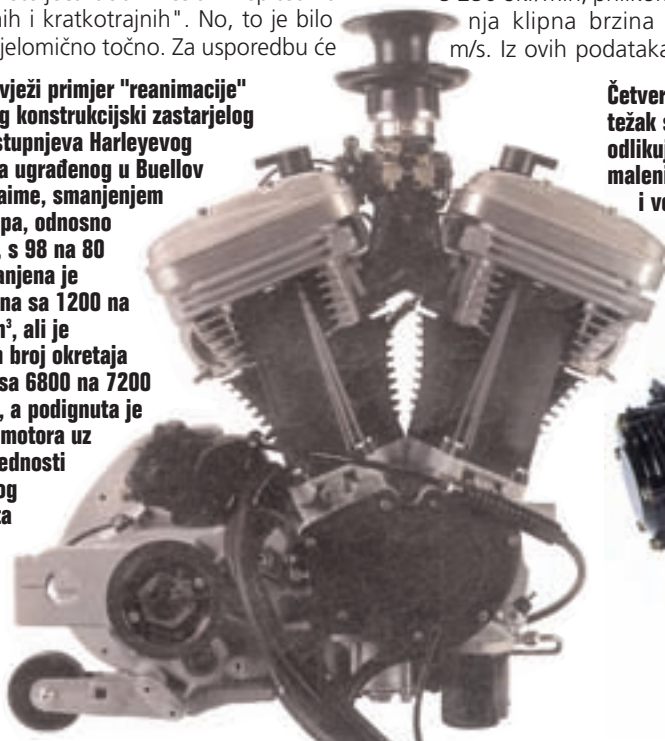
nam poslužiti jedna davna komparacija tri motora iz natjecateljskih automobila.

"Ferrari" zapremine 3000 cm³ imao je provrt cilindra promjera 73 mm i hod 58,8 mm. Na maksimalnoj snazi i režimu od 7.500 okr/min srednja klipna brzina iznosila je samo 14,7 m/s. Aston Martin slične zapremine sa vrijednostima 96 x 92 mm bio je također kratkohodni motor, ali relativno velikih dimenzija. Maksimalna snaga se postizala na 6 000 okr/min, prilikom čega je srednja klipna brzina iznosila 18,3 m/s. Treći primjer odnosi se na Jaguar s motorom dugog hoda od 86 x 106 mm. Maksimalna snaga se oslobađala na svega 5 250 okr/min, prilikom čega je srednja klipna brzina iznosila 20,4 m/s. Iz ovih podataka evidentno je

da se smanjenjem ukupnih termomehaničkih dimenzija, dakle i provrtom i hodom klipa, dobiva na "živosti" motora.

Što bi to značilo pokazat će jednostavan primjer jednog modernog četverocilindričnog rednog motora od 600 cm³. Podijelimo li ukupnu zapreminu s četiri, dobivamo obujam od 150 cm³ po ci-

Jedan svježiji primjer "reanimacije" poznatog konstrukcijski zastarjelog V-2 45 stupnjeva Harleyevog agregata ugrađenog u Buellov okvir. Naime, smanjenjem hoda klipa, odnosno radilice, s 98 na 80 mm smanjena je zapremina sa 1200 na 1000 cm³, ali je povećan broj okretaja motora sa 6800 na 7200 okr/min, a podignuta je i snaga motora uz pad vrijednosti zakretnog momenta



Četverocilindrični kratkohodni moderni motociklistički motor "Suzukija" težak svega 60 kg. Uz sve navedene prednosti "Quadro dimenzija" odlikuje se i vodenim hlađenjem, 4 ventilskom tehnikom, malenim inertnim masama, visokim brojem okretaja i velikom maksimalnom snagom



Sportaši imaju kratkog!

● Kratki hod za hvalnije je rješenje zbog niza prednosti od kojih ćemo samo spomenuti neke navedene u tekstu. Malene mase termomehaničkih elemenata, manja srednja klipna brzina, viši efektivni tlak, bolja mogućnost konstrukcije ventila (što omogućava bolju aspiraciju i pražnjenje cilindra), kao i veći broj okretaja radilice. Manji okretni moment kompenzirat će veći broj cilindara (što će i ublažiti vibracije), a takav će motor biti "živiji" od mono- ili bicilindričnog motora. Potvrdu tome daje niz podataka za seriju japanskih sportsko cestovnih motocikala koji se nalaze u tablici.

Iz ovih podataka potpuno je jasno da motor sa kratkim hodom klipa ili radilice odgovara sportskim, odnosno cestovnim motorima i motociklima sličnog tipa, ali i novijoj generaciji enduro-cross motocikala.



Iako su kratkohodni motori rezervirani za sportske i enduro motocikle, nalazimo ih i na nekim tipovima custom motocikala poput ovog Moto Guzzija Nevade s provrtom i hodom promjera 80 x 74 mm, što je 0,92% u odnosu na provrt cilindra

lindru, što bi u primjeru davalo vrijednosti promjera od $65 \text{ mm} \times \text{H } 53 = 150 \text{ cm}^3$. Takav bi motor samo radi vlastitih masa (težine kinetičkih dijelova radilice, klipa, klipnjača i zamašnjaka) funkcionirao bolje nego polovičan redni, dakle Twin, motor iste zapremine. I ovaj bi motor bio kratkohodni, ali većeg promjera i hoda od $74 \times 70 \text{ mm}$, što bi davalo vrijednost od 300 cm^3 po cilindru. Motor ovakvih dimenzija imao bi za 20% niži režim broja okretaja motora, veću srednju klipnu brzinu, manju snagu, veće vibracije i niz sličnih nedostataka.

Naravno, ovdje smo naveli upravo primjer linijskog - rednog motora, jer se promjenom konstrukcije cilindara, V ili Box, odnosi mijenjaju kao i drugi relevantni parametri.

No, nastavimo s automobilskim primjerom: Evidentno je, dakle, također da što je hod klipa dulji, broj okretaja motora pada (odnosno postaje niži), ali raste vrijednost klipne brzine koja je ograničavajući faktor u konstrukciji motora. Vrijednost srednje klipne brzine preko 21 m/s smatra se gornjom granicom izdržljivosti materijala. Dakle, kritični elementi kod ovog tipa motora moraju biti masivniji, jači i teži.

Zbog visoke klipne brzine, velikih masa i zbroja sila pri visokim režimima okretaja motora dolazi do vibracija koje se ublažavaju utezima na radilici i zamašnjakom. Kako motori moraju biti opremljeni takvim elementima, logično je da su i tromiji.

Prednost većeg provrta klipa, dakle u soluciji kraćeg hoda, jest u glavi motora. Naime, povećanjem valjka cilindra dolazi se do prostora koji je neophodan i dragocjen za ugradnju većih ventila. To je značajna prednost koju motori s dugim hodom obično nemaju. Takvi motori imaju veće fluidno-dinamičke efekte ili, jednostavnije rečeno, veći stupanj punjenja i pražnjenja cilindra, što je od velike važnosti.

Najveća prednost motora s dugim hodom nesumnjivo je vrijednost okretnog momenta koji smo detaljnije opisivali u jednom od prošlih brojeva Moto Pulsa. Druga, također velika prednost kod motora s dugim hodom jest hlađenje. Naime, kako ovakav motor u odnosu na onaj s kraćim hodom rjeđe pali u jedinici vremena, tako se i materijal manje zagrijava ili - bolje rečeno - brže hladi.

Trenje, iako je na većim površinama veće, nije problematično. Štoviše, ono je čak veće kod kratkohodnih motora uslijed većeg broja okretaja koje proizvodi ovakav motor. Taj problem danas je riješen tako da se košuljica cilindra presvlači super tvrdom i super glatkom tankom kliznom površinom koja na klip i karike djeluje najmanjim

mogućim koeficijentom trenja.

Manje dimenzije, o kojima smo prije govorili, umanjit će površine, što će pozitivno djelovati na hlađenje motora.

Vrsta hlađenja također će biti od velike važnosti, te je upravo iz tih razloga u posljednjih 25 godina zračno hlađenje zamijenjeno onim na tekućinu, odnosno, popularno rečeno "vodenim hlađenjem".

Posljednji faktor u ublažavanju trenja i snižavanju temperature su ulja ili maziva. Visokom tehnologijom i razvojem sintetskih ulja motori s većim termo-dinamičkim naprezanjima jednako dobro funkcioniraju, stvarajući čak i manji unutarnji otpor.

Današnji monocilindrični enduro i cross motocikli s vodenim hlađenjem također su kratkohodnog tipa



Cestovni ili sportski motocikli novije generacije redovito su kratkohodni motori s prosječnim koeficijentom od 0,7% duljine hoda klipa u odnosu na provrt cilindra, odnosno klipa

