

Opisujući tako važan i maleni element kakav je klip mogli bismo utrošiti sve stranice "Moto Pulsa" - ipak, u nešto kraćem obliku približit ćemo vam ovaj simbol moto tehnike

PIŠE: MIRO BARIĆ

Njegovo veličanstvo klip

Svojom izgledom, ili bolje rečeno, svojom formom, klip je sličan klipu od prije dva stoljeća kakav je bio i u prapočetima razvoja motora s unutarnjim sagorijevanjem.

Klip motora motocikla stane na dlan ruke. Oblika je valjka, poput čaše ili šalice za čaj, a težak je u prosjeku od 250 do 300 grama. Izrađen je, u pravilu, od aluminijske legure. Na klipu se nalazi pokoji prsten i jedna osovina i to je sve što običnim okom može zamijetiti prosječni promatrač. No, stvar je mnogo složenija i komplikiranija.

Kao što znamo, najrašireniji tipovi motora na motociklima su dvo- i četverotaktni. U oba slučaja zapremina se kreće od 50 do 500 ccm po cilindru. Tako se u okviru tih podataka barata sljedećim podacima: Motori do 250 ccm imaju klipove promjera 38-70 mm, dok se oni veće zapremine kreću u rasponu od 70-100 mm, ili čak nešto više.

Naravno, moramo imati na umu da višecilindrični motori zbrajaju zapreminu svakog cilindra u motoru. Ovaj smo primjer naveli kako bismo vam približili fizičke dimenzije klipa po jednom cilindru. Jasno je, također, da klipovi dvotaktnog i četverotaktnog motora nisu isti, pa čak niti slični.

Klip dvotaktnih motora obično je manji, jer se u pravilu radi o 50, 125 i 250 ccm.

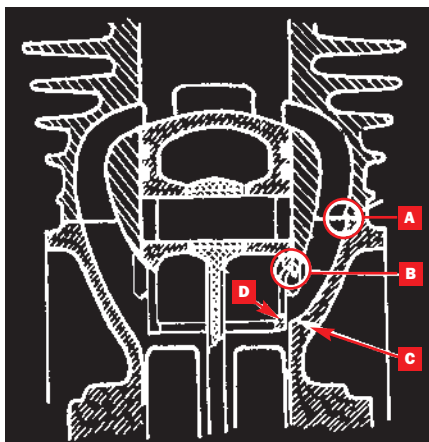
Manja i srednja veličina 2T klipa sa dvije karike. Plašt crne boje je grafitirana površina od 3-4 mikrona (1/1000 mm), što reducira trenje bez povećanja tolerancije između klipa i cilindra, olakšava i skraćuje period razrade, zaštićuje cilindar i snižava temperaturu



Dimenzije promjera ovih tipova klipova u pravilu se kreću oko 40, 54, 60 mm itd. Više-cilindrični 2T motori (obično dvocilindrični 250 ccm) tako će imati 2 x 125 ccm (promjer 54 x promjer 54 mm x 2) ili dvo-cilindrični 125 ccm (44 x 44 mm x 2) ili slično. Rjeđe će mono-cilindrični (obično cross ili enduro 2T motori) imati veći promjer, čak i do 95 mm.

Klipovi 2T motora obično nose samo jednu ili dvije karike, kompresijsko prstenje, s time da izostaje uljni prsten, jer ovakvi tipovi motora ne koriste ulje za podmazivanje iz kartera.

Klip modernog 2T motora. Vidi se je mono karika s osiguračem koji sprječava rotaciju i udebljanje pored osovinice u svrhu olakšavanja

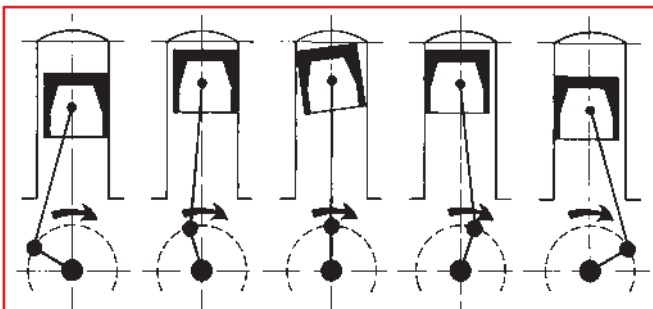


Dodatne deformacije kod 2T motora čine preljevni usisni i ispušni kanali u cilindru. Naime, prilikom promjene smjera gibanja klip se u cilindru neznatno nagne (naročito ako je kratak, a omjer kompresije visok), te dolazi do "habanja" stjenke, plašta klipa koji su na ovoj slici označeni točkama B i C

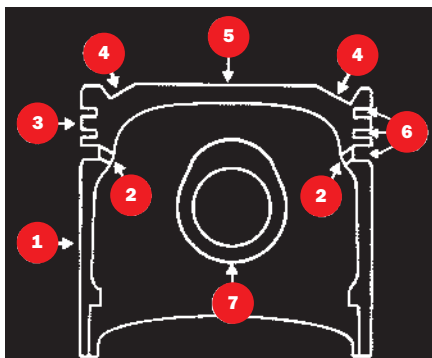
Čela klipa kod ovih tipova motora također su različita od onih četverotaktnih. Naime, 2T motori nisu opremljeni ventilima za distribuciju usisne i izgorjele smjese u glavi motora, tako da je forma čela klipa 2T motora obično radijalna, odnosno, polusferična. Jasno da imamo i onih drugih, nepravilnih oblika, ovisno o vrsti 2T motora, načinu prelijevanja i slično.

Klip 2T motora također može biti profiliran u donjem dijelu mantila, odnosno plašta, tako da odgovara preljevnim kanalima kartera ili cilindara. Ti procjepi mogu biti asimetrični, romboidni ili nekog dru-

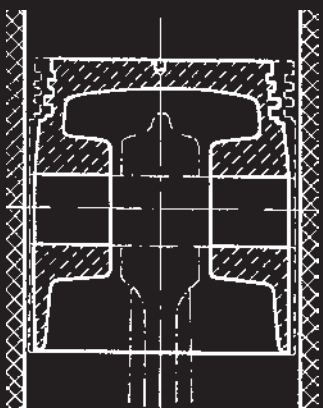
Moderan klip 4T motora odlikuje se reduciranom visinom, pogotovo u odnosu na one od prije 25 i više godina, te izuzetno kvalitetnim materijalima, obradom i preciznošću izrade



Crtež prikazuje uzdužne i poprečne dilatacije klipa u cilindru gdje je evidentna sila trenja između cilindra i klipa u smjeru okretaja motora, ali i pritisak sa strane čela klipa. Uz ovo mehaničko opterećenje treba spomenuti i srednju klipnu brzinu koja se može kretati i do 24 m/s ili 85 km/h i još termičko opterećenje do 800 stupnjeva



Konstitucija klipa 4T motora: (1) Plašt ili "mantil" klipa (2) Provrt za odstranjivanje viška ulja iz cilindra ili "drenažu" (3) Utori za prstene na gornjem dijelu klipa iznad klipne osovine (4) Frezature ili utori za ventile (5) Čelo ili kupola klipa (6) Prsteni ili karike klipova (7) Konzole osovinice klipa



Prava forma klipa je konična i eliptična i nevidljiva je golim okom. Takva forma bitna je zbog razlike u širenju temperature. Osovina klipa nije uvijek cilindrična. Pojačanje u predjelu osovine bitno je, jer to je mehanički najopterećenija zona klipa

gog apstraktnog oblika. Također, neki tipovi 2T motora u klipu nose procjep zvan "prozor", što je nadomjestak preljevnog kanala, a služi i kao poboljšanje podmazivanja osovinice i ležaja klipnjače u klipu.

Ovo su manje-više individualne karakteristike. Svaki klip 2T motora, za razliku od 4T klipova, u kanalu karike, prstena, ima ugrađeni maleni štift, osovinicu koja sprječava rotaciju odnosno vrtnju karike. To je neophodna mjera, jer bi u protivnom spoj karike u prolazu preko kanala prouzročio pucanje karike i veliko oštećenje motora.



Slika lijevo je odljevak klipa lijevanog u kalupu, dok se kovani klip nalazi desno. Na temperaturi 350-400 stupnjeva kuje se klip u grubu strukturu, gustu i tešku. Tek naknadnom obradom težina se smanjuje. Ipak, kovani je klip nešto teži od lijevanog

No, prave karakteristike klipa su skrivene i na oko neprimjetne, a radi se o materijalu od kojeg je načinjen i načinu izrade, te obradi kojom je oblikovan.

Klip trpi nevjerojatna naprezanja, kako uzdužna po osi cilindra, tako i poprečna. Uzdužna naprezanja najžešća su prilikom zaustavljanja u gornjoj i donjoj mrtvoj točki, gdje masa klipa po inerciji želi nastaviti gibanje. Što je masa klipa manja, to je bolje i za poprečna naprezanja zbog opterećenja kompresijskog tlaka, što stvara pritisak na čelo klipa.

Poprečno opterećenje stvaraju klipnjača i radilica koja pritiskom u smjeru rotacije pritišće stranu klipa u smjeru okretaja motora, dok ga u obratnom gibanju klipa premješta na drugu stranu.

Pritisak kompresijskog sabijenog medija, bez obzira je li smjesa upaljena ili ne, također je ogroman pri velikom režimu broja okretaja radilice. Taj se pritisak paljenjem smjese udvostručuje (ovisno o stupnju kompresije iznosi oko 60 kg/cm² kod jednocilindričnog 500 ccm motora, što bi u srednjoj aproksimativnoj vrijednosti iznosilo oko 3,5 tone!).

Trenje koje se stvara na stjenici, plaštu klipa prouzrokovano je visokom srednjom klipnom brzinom (naročito kod motora s dugim i ekstra dugim hodom tipa H-D) povećat će dilatacije i zajedno sa toplinskim opterećenjem klip učiniti još napregnutijim.

Klipna brzina uvjetuje unutarnju konstrukciju klipa naročito oko osovinice klipa, te provrta za povrat ulja iz kanala uljne karike ako se radi o 4T motoru. Što je pro-

mjer veći, veća su - dakako - i opterećenja na čelo klipa zbog površine u cm² ili mm², ali i zbog površine plašta, te težine klipa i klipnjače.

Klipovi 4T motora su kompliciraniji, a razlozi su tome višestruki. Uz već spomenute karakteristike moramo naglasiti i slabosti koje te karakteristike nose. Obično klipovi 4T motora nose dvije kompresijske karike ili bolje rečeno jednu (onu prvu kompresijsku) zatim srednju (također iste funkcije, ali i brisač ulja). Ova kombinirana karika smanjuje potrošnju ulja koje bi eventualno dospjelo u gornji dio cilindra (naročito kada je motor hladan i pritisak iz kartera intenzivan). Konačno, uljna karika ima isključivu funkciju podmazivanja cilindra i povrat ulja.

Dakle, ove tri karike ili prstena stvaraju svojim elasticitetom jači otpor na stjenku cilindra od - primjere - klipa 2T motora s jednom karikom. Postoje i klipovi za 4T motore (naročito natjecateljske) sa samo dva prstena - kompresijskim i uljnim - radi smanjenja trenja i težine. No, u komercijalnoj upotrebi takvi motori apsorbiraju veliku količinu ulja.

OBLICI KLIPA KOJI SU NAJČEŠĆE U UPORABI



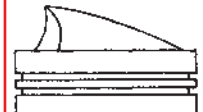
Ravno čelo klipa - turistički motori



Lagano konveksno čelo klipa - sportski, s višim stupnjem kompresije i 2T



Kupolasto „bombato“, čelo klipa - natjecateljski motori 1950-tih, 1960-tih i 1970-tih godina



Čelo klipa 2T motora s poprečnim preljevom - uglavnom stari 2T motori



Čelo klipa prizmatog, "krovnog", oblika - moderni motori s reduciranim kutom ventila



Konkavno, upušteno čelo klipa - motori s paralelnim ventilima - ekonomični motori



Klipovi visoko opterećenih motora velikog promjera lagani su i čvrsti. Stjenke su maksimalno reducirane u području smjera okretanja radilice, a osovinica je također malih dimenzija kako bi se i ovdje dobilo na težini. Žutom oznakom ispod osovine klipa na jednoj strani označena je veća koničnost i mjesto gdje se prvo umeće osovinica u klip



Olakšavanje klipova kod elaboracije motora važan je faktor poboljšanja motora. U predjelu klipne osovine i provrtima za povrat ulja intervencije se ne preporučuju

oslabiti klipnu strukturu pošto se nalaze iznad osovine klipa. U slučaju velike mase čela klipa, dugog hoda radilice i visokog režima broja okretaja motora najčešća oštećenja, odnosno, pucanja klipa kod 4T motora su upravo u tom području.

Klipovi, odnosno, utori za prstene 4T motora su slobodni, te se u njima karike slobodno okreću u režimu rada motora. Svaki klip je koničan, odnosno, u obliku krnjeg stošca, što se prostim okom ne vidi, u predjelu prstena. Dakle, što se više gleda prema čelu klipa, to je njegova mjera - promjer - manji od onog na dnu plašta. Ta razlika ima razne vrijednosti, a u prosjeku se kreće od oko 0,5 do 0,8 mm. Razlog tome je termičko opterećenje i rastezanje materijala koje je intenzivnije u gornjem "vrućem" dijelu klipa. Na radnoj temperaturi klip se ravnomjerno "rastegne", pa je to na neki način kontrolirana dilatacija i klip svojom dimenzijom postaje jednak kao i u donjem dijelu.

Termičko opterećenje varira od potpuno hladnog motora, a kada imamo ispod 0 stupnjeva, gornja strana u predjelu prstena naglo se ugrijava uslijed paljenja smjese goriva i zraka. Donja strana klipa je još potpuno hladna, a toleranci-

plinova koji tako deformira klip u svojevrsnu elipsoidnu formu.

Osovinica klipa ne prolazi uvijek kroz sredinu klipa, pa tako možemo govoriti o simetričnim i asimetričnim klipovima. Ondje gdje os cilindra ne prolazi kroz os rukavca radilice nalazimo simetrične klipove i, obratno, gdje je os cilindar-radilica simetrična, klip je asimetričan. Kod ovih deblja strana klipa uvijek gleda u smjeru vrtnje motora. Ta karakteristika daje efekt lakšeg prebacivanja klipa preko mrtvih točaka i ublažava vibracije. Razlika je vrlo mala, oko 0,5 mm, i teško se uoči bez mjerenja.

Težina klipa, kao što smo napomenuli, vrlo je važna. Što lakše, to bolje, tako da je tehnika izrade klipova morala evoluirati.

Razvoj klipa kulminirao je u 20. i 30-tim godinama, kako kod 2T tako i kod 4T motora. U to vrijeme uz klasične klipove pojavio se i cijeli niz onih neuobičajenih: Klipovi s krunama (deflektorima ili usmjerivačima), klipovi s dva promjera (poput klipnih pumpi), ovalnih klipova, ultra-olakšanih i kojekakve druge bizarne izvedbe. No, klasičan klip - kakvog smo opisali - vjerojatno će ostati takav i do kraja motora s unutarnjim izgaranjem. Zamjenu mu je teško naći, a i čemu, kada je do sada dosljedno obavljao svoju dužnost! ■

ja između klipa i cilindra, te između spoja na prstena propušta pritisak iz kartera u gornji dio cilindra. Radna temperatura kreće se (ovisno o vrsti hlađenja) od 4000 do 1400 stupnjeva u trenutku ekspanzije.

Klipovi 4T motora još su dodatno opterećeni u predjelu čela razlikom u hlađenju svježom smjesom goriva u grijanju ispušnih

POVIJEST IZRADE KLIPOVA

Od željeza do aluminijskih legura

● Razlikujemo lijevane klipove, odnosno kovanje i glodane ili tokarene iz punog komada materijala. Ova posljednja metoda vrlo je rijetka i koristi se u vrlo rijetkim i posebnim, čak možemo reći pojedinačnim slučajevima.

Prva metoda lijevanja često se upotrebljava, a obično je to lijev u kalupu ili, puno rjeđe, u pijesku. Najčešća i vrlo kvalitetna metoda je strojno kovanje (prešanje vrućeg materijala), gdje se struktura zbija i zgnusute čestice materijala stvaraju čvrstu sintezu. Isprva su klipovi bili željezni, no 1918. godine zamjenjuju ih aluminijske legure. Njihove specifične težine su za 2,7 manje u odnosu na željezo. Također, koeficijent ohlađenja je 0,40 veći od željeza (čiji koeficijent iznosi 0,13).

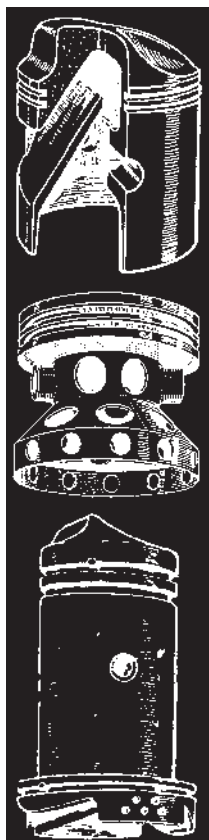
Aluminij je po sebi vrlo mekan materijal, pa se gotovo nigdje ne upotrebljava sam. Tek aluminijske legure pojačavaju njegovu čvrstoću i tvrdoću i pravim izborom dolazimo do čvršćih Al-legura od samog željeza. Primjese su bakar (12-14%), mangan (1-2%), magnezij (1-1,5%), nikal (1-2%) te silicij.

Silicij, što je grubo rečeno kamen, u raznim odnosima s drugim materijalima i do 14% povećava otpornost na termičko opterećenje i na male termo dilatacije. Za 2T motore postotak silicija je čak 24% iz sigurnosti i zaštite od blokiranja, a silicij ima čak i manju specifičnu težinu od bakra.

Kao što smo kratko napomenuli, kroz povijest su klipovi bili od sivog lijeva, dakle lijevanog željeza. Samo su klipovi u avio-industriji bili od aluminijskih legura. Njihov oblik bio je drugačiji i iznosio je 1,5 duljine, odnosno, visine u odnosu na promjer. Danas je taj odnos 0,5-0,7.

Kod 2T motora duljina plašta vezana je uz visinu kanala, jer je klip ustvari na neki način ventil koji kontrolira usis i ispuh. Ali, visina klipa bila je otežavajući i limitirajući faktor. Specifična težina sivog lijeva je 7,2, a čelika 7,8, dok je linearna dilatacija 0,000010 za sivi lijev i 0,000012 za čelik.

Kod aluminijskih legura specifična je težina 2,7, ali je dilatacija 0,000020, dakle dvostruko veća nego kod sivog lijeva. Željezni su klipovi bili teški i "lijeni", maksimalni pritisak bio je 25 kg/cm², a srednja klipna brzina 7 m/s!



Neka od bizarnih rješenja. Klip 2T motora sa protočnim kanalom poput "tobogana". U sredini željezni klip s početka 20-ih godina koji izgleda poput strukturane haljine "propucan sačmaricom". Desno, klip s dva dijametra koji više sliči drvenom "batu"



Vrhunac nekonvencionalnosti je ovalni klip Honda NR 750 koji uopće nije originalna ideja Japanaca, već kopija britanskog Ridleya iz 1924. godine. Posebnost su dvije klipnjače koje su se pokazale kao veliki preostatak za zabilježen u povijesti moto sporta i motociklističke industrije kao najskuplji projekt bez ijednog sportskog rezultata