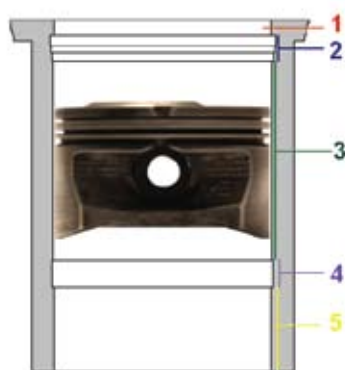


# A motor mechanikus vizsgálat

## Hengerfal, dugattyú, dugattyúgyűrű kopása

Célszerű néhány perc időt szentelnünk a motor működése közben fellépő jelentősebb kopások részleges áttekintésére. Teljességre messze nem törekedhetünk, már csak területmi okok miatt sem. Ennek a területnek igen szerteágazó, könyvtárnyi, hozzáférhető szakirodalma van, itt a mindennapokon felmerülő kérdések általunk fontosabbnak gondolt részét igyekeztünk dióhéjban összefoglalni, a gyakorlati szempontokat előtérbe helyezve.

A hengerfurat dugattyúcsapra merőleges, természetes kopását mutatja 1. ábránk.



1. ábra

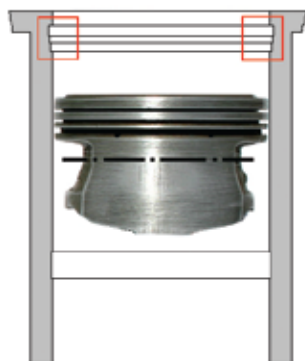
A hengerfurat legfelső, (1) keskeny kis szakasza alig (gyakorlatilag nem) kopik a használat során. A dugattyúgyűrűk ezt a felületet nem érintik. A furat névleges átmérője itt állapítható meg legbiztosabban.

Az ezt követő (2) szakasz kopása a legintenzívebb. Ezen belül is a legfelső gyűrű felső holtponthoz megfelelő kis felület a legkopottabb. (Alulról felfelé húzva ujjunkat, körmünket, ez jól érzékelhető, a hengerfal kopottságának mértékéről felületes benyomást kaphatunk, „mekkora váll van a hengernek”).

A motor forgása közben egy nagyon kis időre a dugattyú a felső holtponthoz megáll (egyenes vonalú mozgása irányt vált), a dugattyúgyűrűk feszítése kiperéseli a hengerfalra megtapadó olajat, fém a fémmel érintkezik, a folyadéksúrlódás ezen a ponton átmenetileg megszűnik. Az égéstérhez közeli, magas hőmérséklet egyébként is kedvezőtlen a kenés szempontjából.

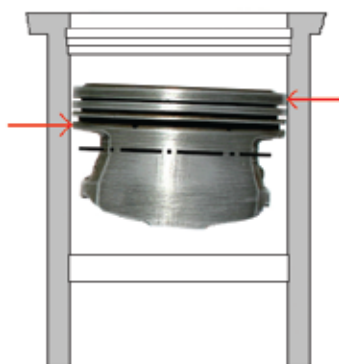
Az ettől lefelé eső (3) középső hengerfalszakasz kopása jóval kedvezőbb, a fent leírt kedvezőtlen hatások itt már nem érvényesülnek.

A következő (4) felület oda esik, ahol (az alsó holtponthoz) ismét irányt vált a dugattyú mozgása, egy pillanatra megáll. Az itt mérhető kopás meghaladja ugyan a 3. szakaszt, de elmarad a felső holtponthoz bekövetkező kopásértékektől. Ezen belül itt a legalsó gyűrű koptató hatása a legintenzívebb. Végül az utolsó (legalsó) rész: itt már nem jár dugattyúgyűrű, csekély mértékű a kopás.



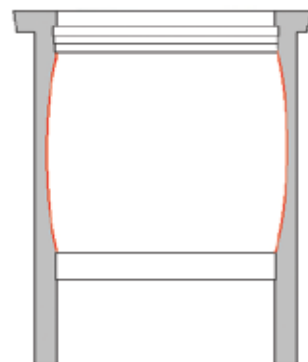
2. ábra

A dugattyúcsap irányában mérhető kopások jellege megegyezik ugyan a fent leírtakkal, a mértéke viszont annál jóval csekélyebb (2. ábra).



3. ábra

Feltéve, hogy a dugattyú hossz tengelye pontosan kilencven fokok szöget zár be a forgattyús tengellyel. Másképp fogalmazva: a dugattyú hossz tengelye és a hengerfurat nem zár be szöveget egymással. A mellékelt ábrán látható állapot általában szerelés után következik be, derékszögelési hibának nevezik. Ilyenkor – a normál esetben elhanyagolható mértékű – dugattyúcsap irányú kopás akár meg is haladhatja az arra merőleges irányú kopást. Ez természetesen rendellenes kopásnak minősül (3. ábra).



4. ábra

Tipikus hengerfalkopást mutat 4. ábránk (a pirossal jelzett kopás persze túlzó).

A legjobb minőségű, gyakran cserélt légszűrő sem képes tökéletesen kiszűrni a motor által beszívott levegőből a finom szennyeződések. A kis részecskék (pl. a kemény kvarchomok) első lépcsőben a hengerfal és a dugattyú közé jutva mintegy csiszolóanyagként működnek, innen az olajba kerülve minden kenéssel ellátott helyre eljutnak.

Az ebből adódó henger-dugattyú kopás jellegzetessége a hengerfal „hordós alakúra” kopása, a legkopottabb az a hengerfalszakasz, ahol legnagyobb a dugattyú sebessége.

Az ilyen jellegű kopások teljes kiküszöbölése nem megoldható, ami nagyon nem mindegy: a kopás mértéke.

A motor karbantartásával a „hordós” kopások jelentősen csökkenthetők.

Jó minőségű légszűrő használata, gyakori cseréje (főleg kedvezőtlen körülmények közötti üzemeltetésnél), jó minőségű motorolaj használata, megfelelő időközönkénti cseréje olajszűrővel együtt, az üzemanyag-szűrő előírás szerinti cseréje (szennyeződés innen is juthat az égéstérbe) az, amit célszerű megtennünk.

Előfordul, hogy a leírtaknál nagyobb méretű, kemény anyag kerül a henger és a dugattyú közé, ilyen lehet pl. a gyújtógyertya egy letrött porcelándarabja. Ez igen rövid idő alatt súlyos sérülést, behúzást képes okozni, de ez nem a kopás kategóriába tartozik.



5. ábra

A dugattyúpalástjának kopása - normálesenben - nem számottevő. Száz-százötvenezer kilométert lefutott dugattyúkat kisserelve a finom megmunkálási nyomok még ott találhatóak a dugattyú palástján, ezek jól követhetők az 5. ábrán is. Érdemes megfigyelni a dugattyúpaláston látható fekete csíkokat (pirossal jelölve): ezek a - fentebb érintett - szennyeződés okozta kopásnyomok.

A dugattyúk esetleges megragadása, beállása nem tartozik a kopás kategóriába. Okai lehetnek: nem megfelelő anyagfelhasználás, megmunkálási (alak, illetve méret) hibák, kenési elégtelenség, hűtési hibák, túlterhelés, üzemanyag-ellátási, gyújtásidőzítési hibák.

A kopások természetesen pontosan mérhetők. A henger kopottságának megállapításához a furatot több ponton mérni kell, a dugattyúcsap irányában és arra merőlegesen, ennek eszköze a furatmikrométer. A hengerfurat legfelső néhány mm-es szalagja a gyakorlat szempontjából kopásmentesnek tekinthető.

Ezt a részt finoman megtisztítva megkapjuk a furat névleges értékét, ezt akár etalonnak is tekinthetjük.



8. ábra



6. ábra

Erre a célra a szervizek számára elérhető (?) legprofesszionálisabb műszer a három ponton mérő, ezredmilliméter osztású furatmikrométer. Ezek állnak a műszerkínálat csúcán, a legismertebb, magas minőségi igényeket kielégítő gyártók, pl. a svájci TESA vagy a japán Mitutoyo. Ennek a gyártónak egy „fullextrás” darabja látható a 6. ábrán.



7. ábra

Ennek a pontosság-ellenőrző etalon furatának névleges értéke 79,9988 mm, tízezred milliméterben megadott. Ez +20 °C körületesi hőmérsékletre igaz (7. ábra). A műszer (mivel „csak” ezredmillimétert képes mérni) ilyenkor 79,999 millimétert mutat. A hőmérséklet emelkedésével az etalon mérete is megváltozik, 8,5 °C hőmérséklet-emelkedés 0,002 mm méreteltolódást okoz. Ez 40 °C körületesi hőmérséklet esetén kb. 0,005 mm-t tesz ki, ami esetleg jelentéktelennek tűnhet.

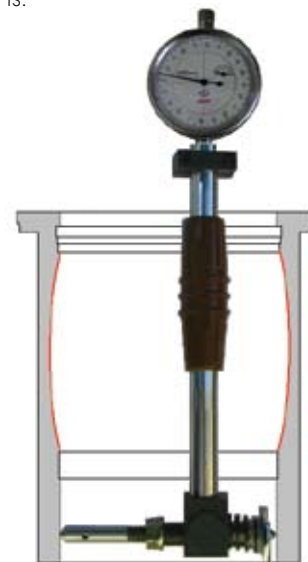
30 éve, amikor a henger-dugattyú közötti általános illesztési hézag - mai szemmel - még nagy volt, ez kevesebbet számított. Mára azonban az illesztési hézagok drasztikusan lecsökkentek. Ha pl. a hengerfúrást rekkenő hőségben végzik, és a hőtágulással nem számolnak, ez az (amúgy is kis) illesztési hézag csökkenésével jár.

A korszerű motorok igen kis tűrésmezői indokolják az ilyen precíz műszerek létjogosultságát a javítóiparban.

Ennek ellenére a mindennapok furatmérő műszere (szerviz szinten!) azért inkább a hárompontos, de csak századmillimétert mérő, digitális kijelzés (és egyéb

huncutságok) nélküli mérőeszköz, méginkább a kétpontos, szintén századmillimétert „tudó” furatmikrométer, 8. ábra. Ennek az ára csak töredéke a „királykategóriás” műszereknek.

A gyakran - helytelenül - „furatmikró”-ként említett tapintókaros mérőórák általánosan használatosak a szakmában a kopás mértékének megállapítására. A konkrét méret kijelzésére nem alkalmasak, (arra a célra ott vannak az említett furatmikrók) viszont a névleges értéktől való eltérés század-, sőt - kiviteltől függően - akár ezredmilliméter pontossággal kimutatható. Hozzáférhető analóg mérőórával vagy digitális kijelzéssel is.



9. ábra

Előnyük, hogy a gyakorlatban előforduló bármilyen méretű hengerfurat vizsgálható, szinte tetszőleges mélységig (9. ábra).

A méret pontos leolvasására alkalmas „tényleg furatmikrométerek” egyik gyenge pontja, hogy a hengerfurat mélyében fekvő pontjait vizsgálni szerkezeti felépítésükből adódóan meglehetősen körülményes (vagy lehetetlen), valamint az egy készülékkel vizsgálható furatátmérő-tartomány korlátozott. Az minden említett mérőműszere igaz, hogy a szakszerű méréshez némi gyakorlat szükségeltetik. Még a rutinos szakik is „elmérnek” néha, márpedig ennek - amikor az ezredmilliméterek is számítanak - akár kellemetlen anyagi vonzattal járó következményei is lehetnek.

### A dugattyú méretellenőrzése

A motor mechanikus vizsgálata az 1. oldalon leírtak szerint történik, az általánosabban ismert mikrométerrel.

Az ezredmilliméterek megjelenítésére alkalmas mikrométerek (10. ábra) általában egyéb, hasznos szolgáltatással is elkényeztetik a felhasználót. Leggyakrabban talán a beállított értéktől való eltérés nagy-



10. ábra

pontosságú kijelzést aktivizáljuk. A mikrométerek méréstartományja gyakran 25 mm-t fog át, a fotón a legkisebbeket látjuk.

A legpontosabb mikrométerek használatához szükség van egészen pontos etalonra. Itt ez 50 mm, ezredmilliméteres pontossággal.

A dugattyúgyűrűk, ha megkopnak, akkor végeik között az illesztési hézag közismerten megnövekszik. Ez egyszerű méréssel, hézagmérővel kimutatható. (Az illesztési hézag megnövekedésében szerepet játszik a hengerfal kopása is. Egy kopott – ráadásul szá-



11. ábra



12. ábra

bálytalan alakúra kopott! – falú hengerhez tartozó dugattyúra új gyűrűket szakszerűen illeszteni nem lehet. Ha a henger kevésbé kopott részéhez illesztenénk, a nagyobb átmérőnél nagy lesz a gyűrűhézag, átfújások lesznek. Ha a kopottabb hengerfelülethez illesztenénk a gyűrűhézagot, a szűkebb átmérőnél esélyünk lenne gyűrűtörésre.)

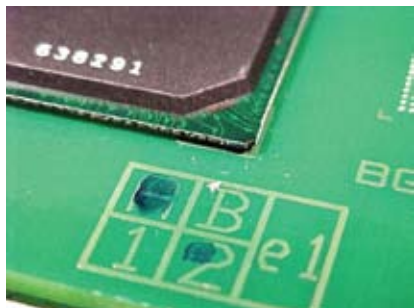
A dugattyúgyűrűk másik, jellegzetes kopása figyelhető meg a 12. ábrán. A dugattyúgyűrűk és a dugattyú-gyűrűhornyok egymást koptatják, ennek nyomait láthatjuk. A dugattyú (főleg) felső gyűrűhornyának kiverődése jelentős élettartam-kockázatot jelent.

BESZE GÁBOR

**BMS MOTORDIAGNOSZTIKA – BEFECSKENDEZŐS MOTOROK SZERVIZE** 2030 ÉRD, RÓZSA U. 5. TEL.: 06-30/598-8006. WWW.INJEKTOR.HU  
Nyitva tartás: hétfőtől péntekig: 8-16 óráig. *Ügyfélfogadás kizárólag előzetes időpont-egyeztetés alapján!*

### Áramköri paneleken alkalmazott forrasztanyag-jelölések

Mióta az Európai Parlament jóváhagyta a 2002/95/EC direktívát, mely többek között megtiltja négy nehézfém (ólom, kadmium, higany, hat vegyértékű króm) használatát 2006. július 1-jétől az elektronikus készülékekben, azóta egyre rohamosabb mértékben terjednek az ólommentes forrasztanyaggal forrasztott áramköri panelek. Ugyan még az autóiipari áramkörök előállítására ez alól kivételt képez, de már ott is megfigyelhető egyfajta átállási tendencia. Ezen áramkörök javításakor a gyártás során alkalmazott anyagok könnyebb beazonosítása miatt az elektronikai iparban rohamosan terjed az IPC/JEDEC J-STD-609 előírás alkalmazása, mivel egy esetleges javításnál (pl. alkatrész-cserénél, újramunkálásnál) a várható élettartam miatt nem ajánlott a különböző forrasztanyagok keverése. Az aláb-



<b>Panel forrasztási felület bevonatának anyagjelölése</b>	b0	Ólomtartalmú ötvözet
	b1	Ólommentes, óntartalmú ötvözet, nem tartalmaz bizmutot és cinket
	b2	Ólommentes, ezüsttartalmú bevonat
	b3	Ólommentes, tiszta ónbevonat
	b4	Ólommentes, aranyozott bevonat
	b5	Ólommentes, karbonbevonat
	b6	Ólommentes, tiszta rézfelület
<b>Alkatrészek, forrasztanyagok, teljes áramköri panelek anyagjelölése</b>	b7, b8, b9	Nincs még kategorizálva
	e0	Ólomtartalmú
	e1	Ón-ezüst-réz ötvözet
	e2	Ón-ötvözet, mely nem tartalmazhat bizmutot és cinket, és nem ón-ezüst-réz ötvözet
	e3	Tiszta ón
	e4	Nemesfém, azaz arany, ezüst, palládium vagy platina tartalmú
	e5	Ón-cink vagy egyéb ón-cink tartalmú ötvözet
	e6	Bizmuttartalmú ötvözet
	e7	Indiumtartalmú 150 °C alatti olvadáspontú ötvözet
	e8, e9	Nincs még kategorizálva

bi táblázat ezzel kapcsolatban tartalmaz iránymutatásokat.

**Megjegyzés:** a jelölések ajánlott elhelyezése az áramköri panel elsődleges oldalának jobb alsó sarka vagy közvetlenül a pa-

nel szeriaszáma vagy céglogó mögött! Az ábra egy ón-ezüst-réz (SAC) ötvözetrel forrasztott panel jelölését mutatja. Válgják hasznára!

BÓDI BÉLA