

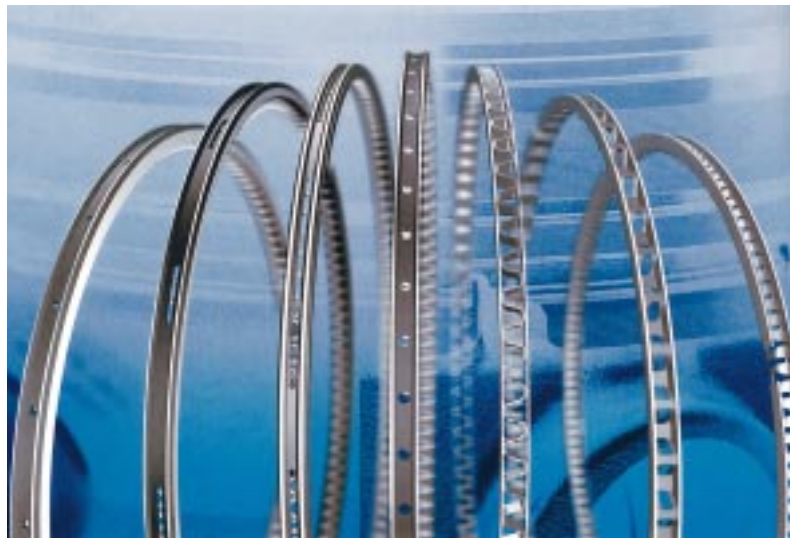
Az olajlevezető gyűrűk

Az egyre szigorodó tüzelőanyag-felhasználásra és a károsanyag-kibocsátásra vonatkozó előírások nem hagyják érintetlenül a motor olajfogyasztását sem, napjaink kiemelt feladata a motor olajfogyasztásának a csökkentése. A Federal-Mogul Bursched GmbH, a Goetze AG jogutódja, az olajlevezető gyűrűk továbbfejlesztésének az optimalizálásával járul hozzá ezen előírások teljesítéséhez.

Az olajfogyasztás nagy befolyással bír az autó károsanyag-kibocsátására és az olajcsere intervallumára. Az olajfogyasztásra az elsődleges motoralkatrészek – a szelepek, a dugattyúk és a turbótöltő – mellett lényeges befolyása van a dugattyúknak és a dugattyúgyűrűknek. A hengerfurat esetében az olajfogyasztásra a legnagyobb hatással az ideális alaktól való eltérés, a **henger elhúzóda** és a futófelület **felületi érdessége** van. Nagy befolyással rendelkezik továbbá a tükrösített (hónolt) furatfelszín alakjára, topográfiájára is. Vizsgálatok támasztják alá, hogy az érdesség csökkentésével az olajfogyasztás terén kedvező eredmények érhetők el.

A dugattyúgyűrű-tömítés feladata az égéstér elválasztása a forgattyúháztértől, és a dugattyúkról a hő elvezetése a hengerek felé. Meg kell akadályoznia a kenéshez nem szükséges olaj átjutását a forgattyúház teréből az égéstérbe, de egyidejűleg gondoskodnia kell az egyenes olajfilmréteg kialakításáról is. Mindezek mellett az

olajfogyasztást alapvetően a dugattyúgyűrűrendszer kialakítása határozza meg, ide sorolva a dugattyút, a hengert, a motorolajat és a motorépítés koncepcióját is. A dugattyúgyűrűk közül az olajfogyasztásra legnagyobb befolyása természetesen az olajlevezető gyűrűnek van, nem hagyva figyelmen kívül azt a tényt, hogy a gyűrűkészlet sűrűdésének 50–60%-áért is az olajlevezető gyűrű a felelős. Az olajlevezető gyűrűvel kapcsolatos fejlesztések elsősorban a felületi nyomás csökkentésével elérhető sűrűdés mérséklésével kapcsolatosak. Az alábbi cikkben ezeket a kérdéseket taglaljuk.



Olajlevezető gyűrűk az európai személygépkocsik Otto- és dízelmotorjainál

Az olajlevezető gyűrűk típusai

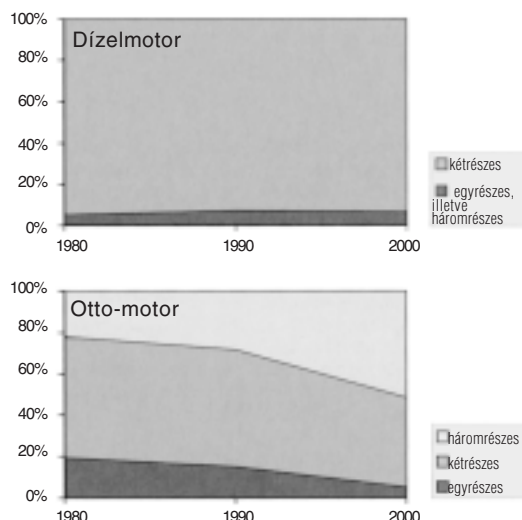
A motorok konstrukciós fejlődésével együtt a dugattyúgyűrűk is az állandó

változások résztvevői. 1980 óta az európai motorokban alkalmazott olajlevezető gyűrűk típusai az alábbi csoportokba sorolhatók be:

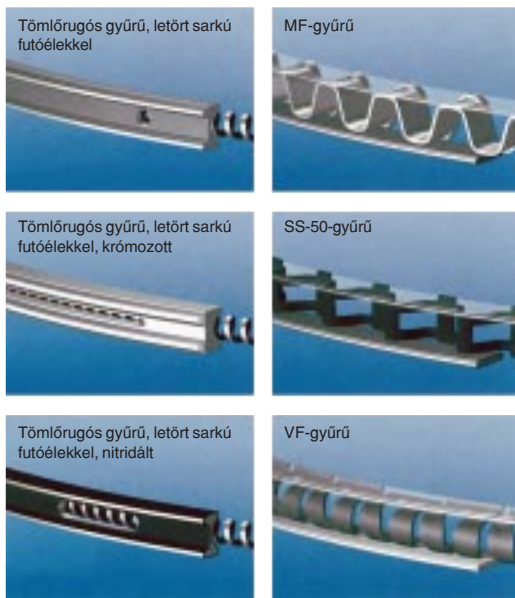
- egyrészes (öntvény, vagy acél olajlevezető gyűrű tömlőrugó nélkül),
- kétrészes (öntvény, vagy acél olajlevezető gyűrű tömlőrugóval),
- háromrészes (rugózó elemes és két acélszalagos gyűrű).

Az egyes motorszegmensek közötti megoszlásukat mutatja be az 1. ábra. A dízel személygépkocsiknál mintegy 95%-kal vezet a rugóval segített (rugószítós) kétrészes olajlevezető gyűrű. A tömlőrugós változatokat, melyeket a 2. ábrán láthatunk, napjainkban dízelmotorokban sem a futófelületén krómzott öntvény-, sem a nitridált acélgyűrűs változatban nem használják. Nagy igénybevétel esetén a kitűnő kopásállóságú CKS 38-as krómkerámia védőréteg kerül alkalmazásra.

Az Otto-motorokban 1990 óta a háromrészes rendszerek aránya 20%-ról mintegy 50%-ra növekedett. A tömlőrugós gyűrűké viszont ennek megfelelően vissza-



1. ábra: az olajlevezető gyűrűk megoszlása



2. ábra: a két- és háromrészes olajlehúzó gyűrűk típusai

esett annak ellenére, hogy kedvező működésük, élettartamuk és könnyű szerelhetőségük miatt ma is előszeretettel szerelt tömítőelem. Az egyrészes gyűrűk alkalmazása egyre szűkebb körre korlátozódik, előtérbe kerülnek a nem bevont öntvény-, vagy a nitridált acélgűrűk.

A háromrészes olajlehúzó gyűrűk fokozott felhasználásának gazdaságossági és műszaki fejlesztési okai is vannak. A rugórendszerek megnövelt axiális irányú stabilitásukkal (MF-kivitel) kedvezőbb működési feltételekkel rendelkeznek, mint a régebbi VF-kivitelűek (2. ábra).

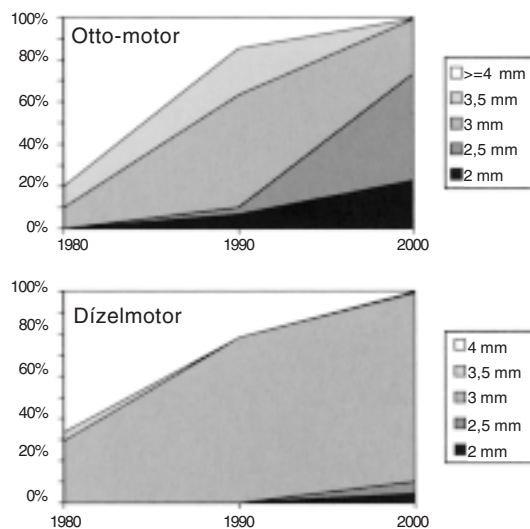
A krómozott acélszalagból készülő gyűrűk és a nem nitridált rugók ma még széles körben használatosak, de nagy terhelés esetén élettartamuk nem kielégítő. A nagyobb élettartam elérése érdekében, főleg az alumíniumból készülő motortömbök esetén, a nagyobb elhúzóerő miatt alapkövetelmény a háromrészes olajlehúzó gyűrű rendszerek alkalmazása nitridált rugókkal és nitridált acélszalag gyűrűkkel. Mérlegelésre adhatnak okot viszont a dugattyún, a csapszegfurat környezetében szabadon kiálló, éles végződésű dugattyúgyűrű-hornok: ilyen jellemzőkkel rendelkező dugattyúknál a háromrészes rendszer alkalmazása bizonyos esetekben problémás lehet. Biztosabb megoldást jelent ilyenkor az

axiális irányban merevebb, kétrészes olajlehúzó gyűrű beszerelése, a horony fokozott kiverődésének elkerülése érdekében.

Axiális gyűrűmagasság

A dugattyúgyűrű axiális magassága a harmadik horonyban, az utóbbi 20 évben jelentősen csökkent. Ez egyaránt érvényes az Otto- és a dízelmotorokra. Míg 1980-ban a motorok több mint kétharmadánál **4 mm felett** volt a gyűrű magassága, addig 1990 körül a motorok zöménél ez az érték **már ≈ 3 mm-re** csökkent.

A jelenlegi számok trendje, különösen a benzinmotoroknál, **2–2,5 mm magas olajlehúzó gyűrűvel** számol. A 3,5–4 mm magasságú gyűrűket egyszerűen nem alkalmazzák (3. ábra).



3. ábra: gyűrűmagasságok %-os megoszlása 1980–2000 között, személygépkocsi-motorban

Szorító nyomás

Az olajlehúzó gyűrű felületi nyomása a dugattyúgyűrűt a hengerfuraatra szorítja, melynek értéke egyenesen arányos a tangenciális erő nagyságával és fordítva, a dugattyúgyűrű átmérőjével (d) és a magasságával (h).

A tangenciális erő a gyűrűvégek két homloklapján ébredő és a gyűrűt a gyűrűhézag értékére összehúzó erő. Nem bevont öntvénygyűrűk jellemzően $0,8\text{--}1,5$ N/mm² felületi nyomással futnak. Krómozott tömlőrugós gyűrűk személygépkocsi-dízelmotorokban általában $1,5\text{--}2,5$ N/mm² fajlagos felületi nyomással rendelkeznek. Különösen az alumíniumból készülő dízelmotorok 2 N/mm²-nél jelentősen nagyobb nyomást igényelnek, a nagyobb hengerelhúzóerő miatt. A háromrészes olajgyűrűk felületi nyomásának a számításához az axiális rácsmagasságot kell figyelembe venni. Mivel az acélszalag gyűrű futófelületének a kontúrja ívelt, a háromrészes gyűrű ténylegesen fellépő felületi nyomása a csekély felfekvő felülete miatt lényegesen nagyobb, mint a hagyományos tömlőrugós gyűrűknél.

Az optimális olajfogyasztás szempontjából nézve nagy fajlagos nyomás szükségessége áll szemben a lehető legkisebb súrlódási értékkel.

A hő és a kopás következtében csökken a tangenciális erő. Ezért olyan rugóparamétereket kell megvalósítani, melyek lehetővé teszik a problémamentes szerelést sorozatgyártás esetén, és egyidejűleg korlátozzák az üzemeltetés során fellépő tangenciális erő csökkenését. A nem nitridált háromrészes olajlehúzó gyűrűk itt hátrányban vannak a nitridált rugóelemekkel és a tömlőrugós olajlehúzó gyűrűkkel szemben. Otto- és dízelmotoroknál a kétrészes olajlehúzó sikeresen használhatók a $0,2$ mm alatti szélességű futófelületükkel. Hasonlóan sikeresen építhetők be a kétrészes olajgyűrűk, percformájú futó peremükkel. Előnyük a felületi nyomás növekedése a bejáratás során.

Alakkitöltési képesség

Alakkitöltési képesség alatt a gyűrűnek azt a képességét értjük, amellyel követni tudják a hengerfurnak a hő-

és mechanikai terhelés hatására bekövetkező alakváltozását. Az alakító tényező egyenesen arányos a tangenciális erővel, és fordítva a felületre vonatkoztatott keresztmetszeti tényezővel. Nagy tangenciális erők a súrlódásra kifejtett negatív hatásuk miatt nem kívánatosak. Kisebb keresztmetszeti tényező (felületi tehetetlenségi nyomaték) érhető el a gyűrű falvastagságának a csökkentésével, sajnos megnövelve ezzel a törések számát. Jellemzően minden motornál törekednek a tangenciális erő, a futó- (érintkező) felületek, az optimális keresztmetszet és a szerelési biztonság intelligens kombinációjának a kialakítására.

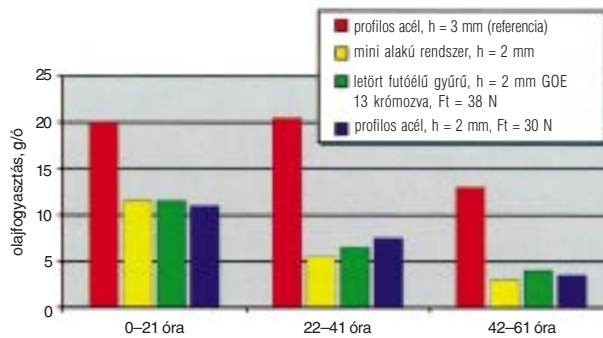


4. ábra: legújabb fejlesztésű Formflex-gyűrű

A kis súrlódási igénybevétel, párosítva nagy alakító tényezővel, kedvező rugójellemzőkkel és jó szerelhetőséggel vezetett a **Formflex** fantázianevű új olajlevezető gyűrű (4. ábra) kifejlesztéséhez. A nagy rugalmasságot a gyűrűoldalak különleges kialakításával érték el, mellyel az alakító tényező a hagyományos két- és háromrészes gyűrűkének a **többszörösére** változott. A kopásállóságot a megfelelő acélminőség kiválasztása garantálja.

Az olajfogyasztás motorikus vizsgálati eredményei

Az előzőekben bemutatott a gyűrű magasságváltozását az évek múlásával. A csökkentésének az olajfogyasztásra gyakorolt tényleges



5. ábra: Otto-motor olajfogyasztása különböző gyűrűk használatánál

befolyását 3 mm magas profilos acélgyűrű és különböző fajtájú, 2 mm magas gyűrűk között végzett összehasonlító vizsgálattal elemezték.

A kapott eredmények az 5. ábrán láthatók.

A pozitív hatást a mintegy 65%-os olajfogyasztás-csökkenés mutatja, függetlenül attól, hogy kétrészes, háromrészes profilos, acél vagy öntvény alapú kialakításról van szó – tömlőrugóval ellátva.

Az eredményeken felbuzdulva, gömbgrafitos, 1,5–1,75 mm vastag öntöttvas gyűrűvel tömlőrugós kivittel is sikeres vizsgálatokat végeztek, melyeknek gyártástechnológiai szempontból

nagy sorozatgyártása meg is valósítható (6. ábra).

A 6. ábrán pedig ugyancsak egységesen 2 mm magasságú, különböző olajlevezető gyűrűkkel elért eredmények láthatók, összehasonlítva az új fejlesztésű Formflex gyűrűkkel.

Háromrészes gyűrűk olajfogyasztási viszonyai

A közvetlen befecskendezésű Otto-motorokban extra kopások lépnek fel a rugóelemeken és az acélszalagos gyűrű belső felületén, melyet másodlagos kopásnak neveznek.

A 7. ábra egy háromrészes gyűrű extra kopását mutatja be a rácsozaton.

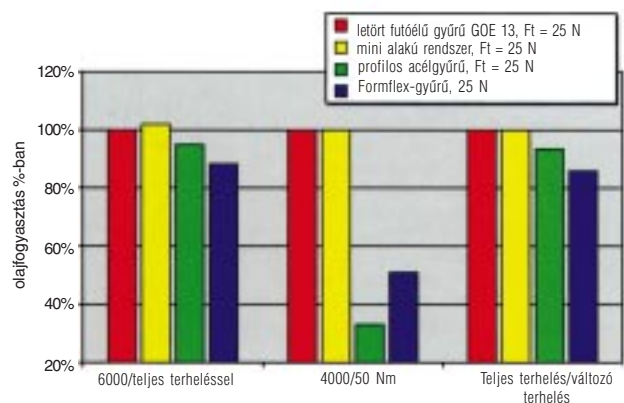
Olajfogyasztás-vizsgálatok dízel-motorokon

A korszerű dízelmotorok dugattyú kialakítása jelenleg még nem sűrűíti az olajlevezető gyűrű magasságának a mérséklését, de a teljesítmény növelése, a nagyobb égési csúcsnyomásokat egyre növekvő követelményeket támasztanak a

dugattyúfenékkal és a dugattyúcsappal szemben, előrevetítve ezzel az olajlevezető gyűrűk magasságának a csökkentési igényét.

A Goetze különböző dízelmotorokon végzett kísérleteket 2 mm magas, krómózott, letört futófelületű tömlőrugós gyűrűkkel, összehasonlítva 3 mm-es hasonló gyűrűkkel. Minden esetben jelentős olajfogyasztás-csökkenést értek el.

Ezek az eredmények az érintkező gerincelemek kismértékű sugárirányú eltolásával voltak elérhetőek, figyelembe véve a másodlagos dugattyúmozgással összefüggő dugattyúbillenést (9. ábra). A 2 mm-es gyűrűnél



6. ábra: olajfogyasztás különböző terhelések esetén

megvizsgálták a furatos és hasítékos nyílásoknak a törési szilárdságra gyakorolt hatását.

Megállapították, hogy a furatos kivitel a gyűrű futófelületein kisebb alakváltozással rendelkezik.

Összefoglalás

Az Otto-motoroknál a jövőben is előnyt élveznek a két- és háromrészes olajlehúzó gyűrűk. Növekszik a kis magasságú gyűrűk szerepe. Olyan rendszerek alkalmazása kerül előtérbe, ahol csökkenthető a súrlódás nagysága, növekvő alakkitöltő



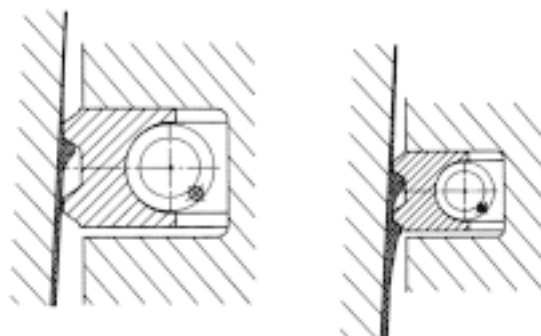
7. ábra: MF-gyűrű rugójának és acéllemezének másodlagos (belső felületek) kopása

képességgel és lehetőleg kicsi tangenciális erővel. Természetesen követelmény az élettartam és a minimális törési kockázattal járó szerelési biztonság növelése.

Dízelmotorokba is öntvényből vagy acélból készülő tömlőrugós gyűrűket szerelnek be.

A futófelületeket krómréteggel vagy különleges kopásállóságú króm-kerámia réteggel vonják be. A dízelmotoroknál is csökkentik a gyűrűk magasságát, a kedvezőbb olajfogyasztás és károsanyag-kibocsátás érdekében.

A Federal-Mogul/Goetze így járul hozzá az olajfel-



8. ábra: a gyűrűmagasság hatása az olajlehúzásra, a dugattyúbillenés miatt

használás csökkentéséhez és a könnyűépítésű dugattyúk fejlesztéséhez.

Összeállította: **dr. Pordán Mihály**

Forrás: Dipl. Ing. Johannes Esser, a Goetze cég szakemberének szakmai cikkei, aki 1970-től folyamatosan közel 20 publikációt jelentetett meg e témával kapcsolatban.