

A dugattyúgyűrű

A dugattyúgyűrű a belső égésű motor egyik meghatározó alkatrésze. Általános vélemény hazánkban, hogy elsősorban ennek az alkatrésznek a minősége miatt lesz egy felújítás tartós vagy éppen rövid életű. Ha jól megvizsgáljuk a dugattyúgyűrűkről a szóbeszéd útján terjedő véleményeket, azt láthatjuk, hogy ezek között nagy az eltérés. Sok esetben csupán egy-két olyan javítás tapasztalatára épülnek, melyek egyedi esetek, és egyáltalán nem voltak azonosak a körülmények. Sajnos az ilyen „pletykákat” sokan gondolkodás nélkül elhiszik, és ezek nagyon könnyen elterjednek anélkül, hogy valaki is ellenőrizné, hogy tényszerűek-e.

Például a GOETZE márkájú gyűrűkről már régóta két „hiedelem” kering. A szocialista időkben hazánkban az AUTÓKER hálózatában volt kapható ez a márka. Ebben az időben a GOETZE cég gyártott egy speciális kivitelű dugattyúgyűrű-garnitúrát kifejezetten gyűrűzéshez. Ha ezzel a típusú gyűrűvel gyűrűzték meg egy motort, még viszonylag nagy hengerkopásnál is tartósan megszűnt az olajfogyasztás. Sajnos ennek az lett az eredménye, hogy idővel rendkívül nagy mértékben elkopott a henger. Előfordult, hogy ez a kopás olyan nagy volt, hogy a henger mérete már a legutolsó túl méreten is túl volt. Voltak, akik szerették ezt a kialakítású dugattyúgyűrűt, mert megszüntette az olajfogyasztást, de voltak olyanok is, akik nem használták a később jelentkező extra méretű hengerkopás miatt. Végül a GOETZE felhagyott a gyártásával, és azóta csak az autógyártók előírásainak megfelelő kialakítású dugattyúgyűrűket gyárt. Mégis vannak, akik a ami napig azért veszik meg a GOETZE dugattyúgyűrűt, mert biztosan megszünteti az olajfogyasztást, és vannak akik azért nem használják, mert úgy gondolják, hogy túl kemény és hamar elkoptatja a henger falát. Pedig a ma kapható GOETZE gyűrűknek köze sincs a régi gyűrűzéshez szánt kivitelhez, és ez a történet már több mint 20 éve volt.

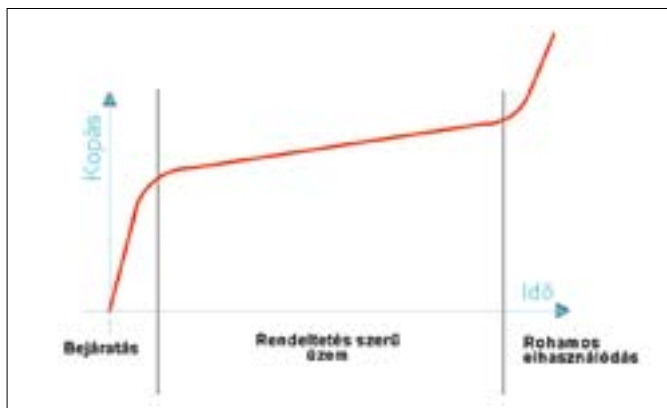
Mi is azon a véleményen vagyunk, hogy a dugattyúgyűrű minősége döntően meghatározza a belső égésű motor futásteljesítményét, de nem a dugattyúgyűrű kiváló minősége az egyetlen oka egy motor hosszú élettartamának. Ennek megértéséhez ismerni kell az alkatrészeket és szerepüket a motorban, hiszen az élettartamot sok más tényező is befolyásolja. Szerintünk legfontosabb a harmónia a beépített alkatrészek minőségében és a pontos megmunkálás. Ezért a dugattyúgyűrű fontosságát nem emelnénk túlságosan a többi alkatrész fölé, de mivel sokan kiemelik a dugattyúgyűrűt, kezdjük az áttekintést a dugattyúgyűrűvel.

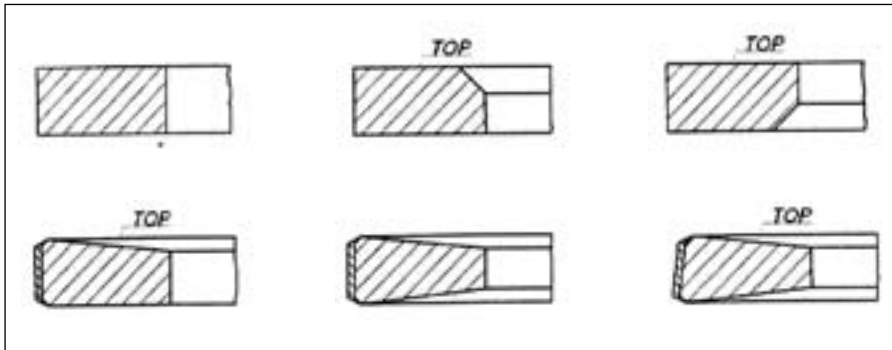
A dugattyúgyűrű a belső égésű motorban több funkciót tölt be

Megtartja a kompressziót a dugattyú felett, és ezzel elválasztja az égésteret az olajtértől, vagyis tömít. Így megakadályozza az olaj idő előtti elhasználódását és a nagy kartergáz miatt fellépő hibákat. Nagyon fontos szerep jut még neki a dugattyú hűtésében is. A nagyon magas hőmérsékletű égésterrel közvetlenül érintkező dugattyútetőn keresztül az egész dugattyú felforrósodik. Mivel a dugattyú és a henger fala közt illesztési hézag

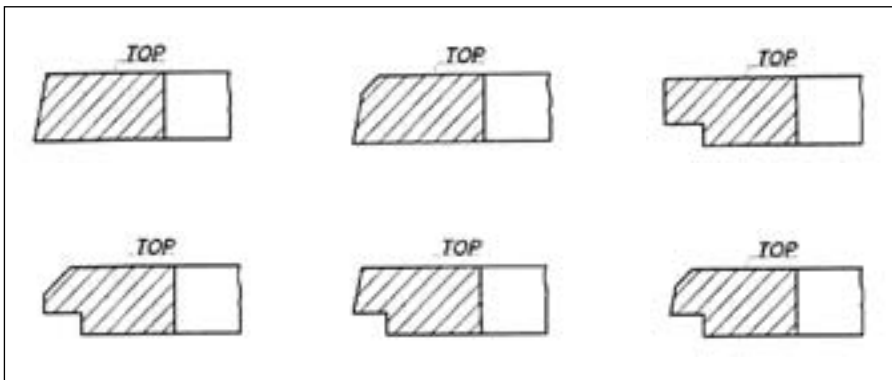
van, így nem érintkeznek közvetlenül egymással. Egyedül a dugattyúgyűrűn keresztül van közvetlen kapcsolat a dugattyú és a hengerfal, továbbá a hűtővíz között. Így biztosítja a dugattyúgyűrű a hő áramlását az égéster felől a hűtővíz felé. További feladata a dugattyúgyűrűnek, hogy kialakításuk révén a henger kenését biztosító olajfilm réteget kialakítsák és szabályozzák. A henger falára jutó túl sok olaj olajfogyasztást okoz, míg a túl kevés gyors hengerkopást eredményez. Mindezeket a feladatokat a dugattyúgyűrűnek a motor működése közben egyszerre kell elvégeznie. Ez csak úgy lehetséges, ha a beépítés során az adott motortípusnak megfelelő kialakítású dugattyúgyűrűt szerelünk be, és betartjuk az ide vonatkozó beépítési utasításokat. Ezt legegyszerűbben úgy tehetjük meg, ha mindig a típusnak megfelelő gyűrűt rendelünk. Megesik, hogy szükség esetén eltérünk az alapesettől, és nem a saját típusához való dugattyúgyűrűt szeretnénk felhasználni a javítás során. Ebben az esetben mindig forduljunk olyan szakemberhez, aki nap mint nap motorfelújítással foglalkozik, és pontosan ismeri a lehetőségeket.

A belső égésű motor alkatrészei a használat során folyamatosan kopnak. Ez alól a dugattyúgyűrű sem kivétel. A bejáratás alatt a kopás mértéke jelentős a későbbi időszakhoz viszonyítva. Ennek eredményeként a bejáratás végére a motor eléri a teljesítménye maximumát, vagyis közhasználatú szóval „bekopik”. A motor élettartamának nagy részében a kopás folyamatosan nő az alkatrészekben, de nem jelentős mértékben. Az élettartam végén ismét felerősödik a kopás, és a végén a nagy kopás miatt meghibásodik a motor. Ha a dugattyúgyűrűt megfigyeljük, láthatjuk, hogy a folyamatos kopás miatt a feladatainak egyre kevésbé felel meg. A folyamat vége a teljes elhasználódás. A dugattyúgyűrű funkciói egymással szoros kapcsolatban vannak, mert a henger falának megfelelő kenése kisebb súrlódást és ezzel arányosan kisebb hőfejlődést eredményez. Az üzeminél magasabb hőmérséklet miatt a kopás megnő. A tömítetlen kompresszió és égés kihat a henger falának kenésére, a dugattyúgyűrű és a hengerfal hőterhelésére.





Kompressziógyűrű



Olajlevezető gyűrű

Látjuk, hogy a dugattyúgyűrű nagyon fontos alkatrész, de nem egyedül ő határozza meg a felújítás minőségét. A pontos megvezetésben szerepe van a dugattyúnak, a súrlódást befolyásolja a henger fala és sorolhatnám tovább, de nem teszem, mert mi most a dugattyúgyűrűt vizsgáljuk. Ebből a néhány példából már jól látszik, hogy mennyire összefügg ebben a rendszerben minden. Ezért a dugattyúgyűrűt a rendszer részének kell tekinteni, és a rendszerhez kell jól megválasztani, mert csak így működik jól a motorunk.

A 2-ütemű belső égésű motoroknál csak kompressziógyűrűket alkalmaznak a dugattyún, mivel a motor belsejének a kenése nem a karterből történik. A keverékképzős vagy olajbefecskendezős kenés nem igényli a henger falára jutó olajfilm szabályozását, ezért a 2-ütemű motorok gyűrűrendszere viszonylag egyszerű. Ebben az esetben a dugattyúgyűrű kialakításában két másik szempont érvényesül. A henger falán lévő ablakok miatt a dugattyúgyűrűt biztosítani kell az elfordulás ellen. Ehhez vagy a dugattyúgyűrű-horony

aljába vagy az oldalába fűrt siffet használnak. Ezekon az ablakokon keresztül kell siklani a dugattyúgyűrűnek, ami annál nagyobb mechanikai terhelést ró a dugattyúgyűrűre, minél szélesebb az ablak. Könnyen előfordulhat itt a gyűrűtörés. Ezért szélesebb ablakok esetén a dugattyúgyűrű anyagminőségének javításával el tudják kerülni ezeket az eseteket. A dugattyúgyűrű kialakítása lehet normál téglalap vagy „L” szelvényű. Nagyobb teljesítményű motorokerepárokon a felső gyűrűnél alkalmaznak trapéz keresztmetszetű gyűrűket is.

A 4-ütemű motoroknál ennél jóval összetettebb dugattyúgyűrűket alkalmaznak, mert a feladat is összetettebb. Ezeket a gyűrűket három fő típusra lehet osztani.

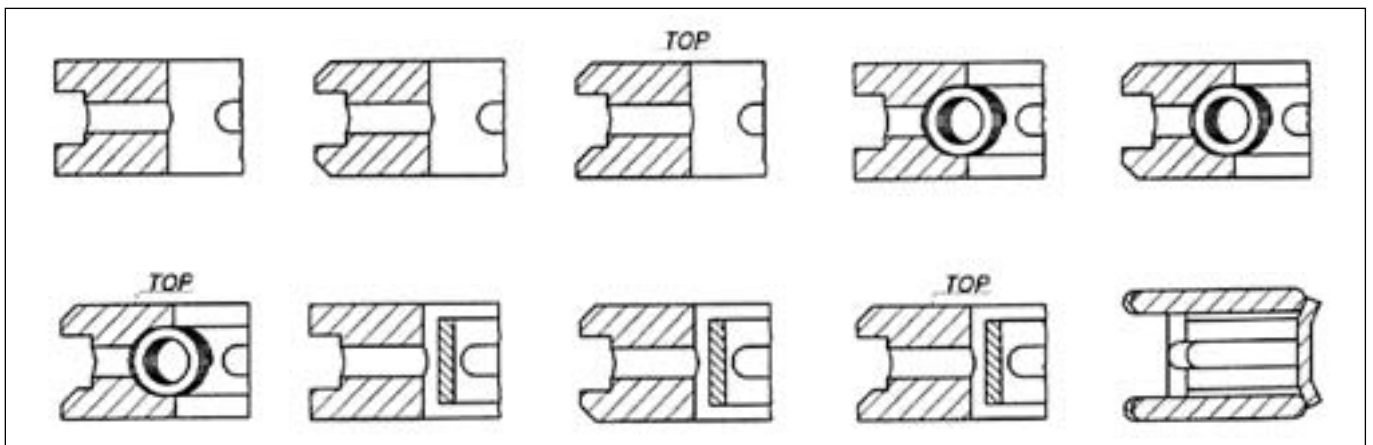
A kompressziógyűrű

Mint azt a neve is mutatja, elsősorban a kompressziót biztosítja, de az olajlevezető gyűrű fölé jutó kevéske olaj lehúzását is elvégzi. Mivel ez a dugattyúgyűrű van a legközelebb az égéstérhez, neki kell a legnagyobb terhelést elviselni, ezért a folyamatosan növekvő teljesítmény miatt újabb és újabb speciális anyagminőségű dugattyúgyűrűt fejlesztenek ki. A dugattyúgyűrű ellenálló képességének fokozására különféle felületkezelési eljárásokat alkalmaznak. Kialakítására néhány példa.

A trapéz keresztmetszetű kialakítás megelőzi a kompressziógyűrűk beragadását a gyűrűhoronyba.

Az olajlevezető gyűrű

Szerepe egyrészt szintén a tömítés, de a kialakítása révén eltávolítja az olajáteresztő gyűrű fölé jutó felesleges olajmennyiséget. Ezen a gyűrűn is alkalmaznak felületkezelést, de sokkal kevesebb fajta bevonatot használnak. Kialakítására néhány példa.



Olajáteresztő gyűrű

Általános felépítés (általában 3 gyűrűs benzin/dízel)	Általános felépítés (max. 5-6 gyűrűs általában dízel)	Általában versenymotor-felépítés	2-ütemű építés (általában max. 3 gyűrűs stífhelyes)
Kompresszió (CR - normál)	Kompresszió (CR - normál)	Kompresszió (CR - normál)	Kompresszió (CR - normál)
Kompresszió (komp.+lehúzó)	Kompresszió (normál)	Olajáteresztő (lehúzó és átereszt)	Kompresszió (normál)
Olajáteresztő (lehúzó és átereszt)	Kompresszió (komp.+lehúzó)		Kompresszió (normál)
	Olajáteresztő (lehúzó és átereszt)		
	Olajáteresztő (lehúzó és átereszt)		

1. táblázat

Olajáteresztő gyűrű

Az olajáteresztő gyűrű a henger falára jutó olaj mennyiségét szabályozza. Ez a gyűrű felül a henger falán kialakuló stabil olajfilmért. A speciális kialakítás miatt a futófelületek nagyon keskenyek, ezért itt is többféle felületkezelést alkalmaznak. Kialakítására néhány példa.

A dugattyúgyűrűk bevonatai és felületkezelései

A felületkezelés és bevonat elsősorban a kopással szembeni ellenállást fokozzák. Ezek a bevonatok keményebb felületet és kedvezőbb súrlódási tényezőt biztosítanak a dugattyúgyűrűknek. Az alábbi felsorolt bevonatok és felületkezelési eljárások a leggyakrabban alkalmazott módszerek. Kiemelt szerepe van a bevonatoknak a kompressziógyűrűnél, hiszen ide jut a legkevesebb olaj, és ez a gyűrű a legnagyobb hőmérsékletű.

A legszélesebb körben alkalmazott bevonat sokáig a krómozás volt, ami nagyon környezet-szennyező eljárás. A környezetvédelem előretörése a bevonatok és felületkezelési eljárások területén nagy változásokat hoztak. Egyrészt a már eddig használt anyagok felhordási eljárásait fejlesztették környezetbarát eljárásra, másrészt újabb eljárások jelentek meg.

Az újabb eljárásoknál olyan bevonatokat készítenek, melyek nagy keménységű anyagokból, króm vagy molibdénből készülnek, de a felületre úgy juttatják fel (plazmaszórás), hogy a bevonat porózus, de nagy szilárdságú és kemény legyen. Az így kapott felület képes lesz olajat tárolni, ami tartalék kenési lehetőséget ad. Nagy terhelésnél vagy kritikus terhelések esetén az itt elraktározott olaj gondoskodik a dugattyúgyűrű kenéséről.

CR = krómozott futófelület

MO = molibdénrel bevont futófelület

PL = plazmaeljárással bevont futófelület

NIT = nitridált futófelület

TF = teflonbevonatú futófelület

4CR = minden oldalról krómozott dugattyúgyűrű

3CR = a futófelület nem krómozott, a többi oldal krómozott

FE = vas-oxiddal bevont futófelület

FX = futófelület

P = foszfáttal bevont futófelület

SN = ónozott futófelület

IN = krómozott rugóágy és rugó

FS = oldalsérülés-védelem

PVD = PVD eljárással bevont futófelület

A dugattyúgyűrűk elosztása

A dugattyúgyűrűk elosztása a dugattyúkon a motorok fejlődésével folyamatosan változott és változik, de az alapvető elv a mai napig változatlan. A dugattyúgyűrű általános elosztását a dugattyún az 1. táblázat foglalja össze.

A dugattyúgyűrűk a motorok fejlődésével együtt fejlődnek

A motorfejlesztés során egyrészt a belső súrlódás csökkentése, másrészt az alternáló alkatrészek tömegének csökkentése a cél. Ezzel nő a motorok hatásfoka és ezért csökken a fogyasztás és javulnak az emissziós értékek. Ehhez a dugattyúk teljes hosszát csökkentik, minek eredményeként a dugattyúk fejmagassága (csapfurat feletti rész) is csökken. Ezért egyre vékonyabb dugattyúgyűrűket kell alkalmazni, hogy elférjenek. Ez egybeesik a súrlódás csökkentésének törekvéseivel, hiszen a kisebb súrlódó felület miatt kisebb lesz maga a súrlódás is. Régebben a 2-3 mm széles kompressziógyűrű és a 4-5 mm széles olajáteresztő gyűrű volt az általános. A mai autókban ezek az értékek kb. feleződnek. Nem ritka az 1-1,2 mm-es kompressziógyűrű és a 2-2,5 mm-es olajáteresztő gyűrű sem. A súrlódás csökkenthető még korszerű bevonatokkal és felületkezeléssel.

A gyűrűk szélessége csökken, de a motorok teljesítménye növekszik, ezért egyre nagyobb igénybevételt bíró nyersanyagokat és bevonatokat kell alkalmazni a gyártás során, hogy a dugattyúgyűrű el tudja látni a

feladatát a motorban. Az egyre vékonyabb gyűrűk tömítőfelületeit sokkal pontosabban kell megmunkálni, mert kisebb tömítőfelületen kell ugyanazt a tömítettséget elérni, és mert a nagyobb igénybevételt bíró anyagok és bevonatok miatt a dugattyúgyűrűkön kisebb kopás keletkezik. Régebben nagyobb gyártási pontatlanság volt megengedhető, mert a bejáratás során az alkatrészek nagyobb mértékben koptak össze, mint az újabb típusok esetén. A mai kor gyűrűinél ezért nemcsak a nyersanyag és a bevonat fejlesztése okoz kihívást a szakembereknek, hanem a megmunkálás pontosságának a fejlesztése. A cél az, hogy a dugattyú, a dugattyúgyűrű és a hengerfal jól illeszkedjenek egymáshoz. Ezzel egy tökéletes jól tömítő egységet alkotnak, ami előfeltétele a motor optimális működésének, ami így hosszú élettartamot nyújt a felhasználóknak.

A motorok hatásfokának növekedésével a motorok belseje is kevésbé szennyeződik el. Ebből adódóan a gyártók hosszabb olajcsere-periódust határozhatnak meg a motorokhoz. Természetesen ehhez olyan speciális motorolajat kell használni, ami szintén megfelel ennek a kihívásnak. Ezt azért említem meg, mert elég gyakran találkozunk olyan olajáteresztő dugattyúgyűrűkkel, melyek nyílásai teljesen el vannak tömődve szennyeződéssel, és ezért nem tudja ellátni a funkcióját és a motor eszi miatta az olajat. Ennek a magyarázata azonban már egy újabb történet.



NAGY LÁSZLÓ
OKL. GÉPÉSZMÉRNÖK