

Jól mérni nem egyszerű!

NÉHÁNY GONDOLAT A HENGERTÖMÍTETTSÉG- ÉS HENGERÜZEMMÉRÉSRŐL

A mérés technika egyik alapvicce talán mindenki előtt ismert, mely szerint a kapitány leszól a gépháznak: „Mennyi most?“, a válasz „Öt.“, „Mi öt?“, „Mi mennyi?“. Komolyra fordítva a szót, a méréssel szerzett információ helyességét, használhatóságát rendkívül sok elem együttesen határozza meg, és ennek az információszerezési láncnak a mérőműszer csak az egyik eleme. Sokszor esünk abba a hibába, hogy csak mérünk (bele a vak világba), majd ebből messzemenő, általában téves következtetéseket vonunk le anélkül, hogy a mérést befolyásoló tényezőket a maga összetettségében ismernénk. Egy mért adattal önmagában semmire sem megyünk, ha nem tudjuk, hogy mihez képest!



DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

A mérést, ha hibafeltáró munkainformáció megszerzése érdekében végezzük (és csak így van egyáltalán értelme), akkor az alábbi technológiai sorrendet, tíz feltételt, mondjuk „tízparancsolatot“ kell betartanunk és eszerint kell eljárunk:

1. A mérés céljának meghatározása (Legyen tervünk, mit és miért akarunk mérni.).

2. Óvatossági rendszabályok ismerete, betartása: se a műszerben, se a gépben, se magunkban ne okozunk kárt.
3. A mérendő objektum és a mérendő paraméternek megfelelő üzemállapot beállítása.
4. Műszerellenőrzés (pontosság-ellenőrzés).
5. Műszerbeállítás (a mérési tartomány kiválasztása, nullázás stb.).
6. Műszer-, vizsgálóberendezés-csatlakoztatás.
7. Mérés. Ismételt mérés.
8. Mérésadat-rögzítés, eltárolás.
9. Műszer-, vizsgálóberendezés-lecsatlakoztatás.
10. Mérésadat-kiértékelés.

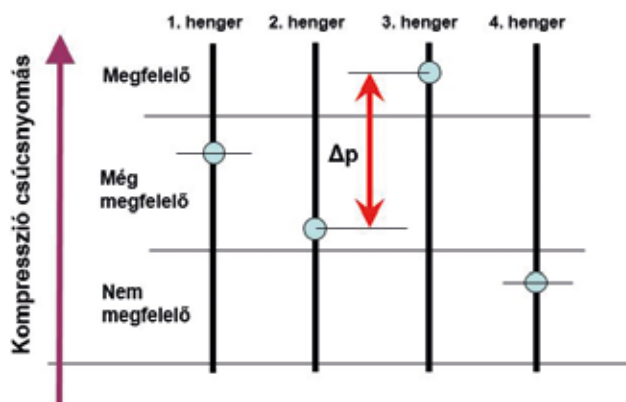
Példával világítsuk meg ezt a mérési folyamatot a vélten legegyszerűbb mérés – a kompresszió-csúcsnyomás-mérés – gyakorlatán keresztül.

KOMPRESSZIÓ- CSÚCSNYOMÁSMÉRÉS

1. **A mérés céljának meghatározása.**
A hengertömítettség-vizsgálat eme közismert eljárása a műhelyekben



Hagyományos, mechanikai mérőművel rendelkező, írszerkezetes kompressziómérők; használatuk ma is gyakori. Egyes autógyártók előírják az alkalmazandó műszertípust.



A kompresszió-csúcshőmérsékletértéket általában a kiértékeléshez 3 osztályba sorolják, de van olyan értékmegadás is, mely a „megfelelő” és a „még megfelelő” osztályokat egybe veszi. Általában megadják a megengedett legnagyobb hengerenkénti eltérést (Δp) is.

nap mint nap használt. Indoka, hogy feltárjuk elsődlegesen a járásegyenlőtlenység, a teljesítményvesztés, az égéskimaradás, a nagy kartergázmennyiség okát. Célszerű, ha a kompressziómérés előtt más, egyszerűbb, gyorsabb szelektív diagnosztikai módszerrel vizsgáljuk a hengerállapot különbséget. Célszerű, mert például dízelmotornál a hengertérhez való csatlakozás nem egyszerű és potenciális veszélyeket is hordoz. Tisztázni kell, hogy a mért eredményt abszolút vagy csak összehasonlító módon kívánjuk értékelni. Ha abszolút módon, akkor a tényleges nyomáscsúcsértéket pontosan kell mérnünk, mert ezt hasonlítjuk össze a gyári határértékekkel. Ha csak a hengereket akarjuk összehasonlítani, akkor az azonos feltételek betartása elegendő.

2. Óvatossági rendszabályok.

A munkabiztonsági előírásokat most nem taglaljuk. Ezen túlmenően a szerkezet védelme érdekében is vannak előírások. A motorbeindulást, a befecskendezést meg kell akadályozni. Ügyeljünk továbbá arra, hogy a gyújtásnál ne alakulhasson ki terheletlen szekunder csúcsfeszültség.

3. A mérendő objektum, a mérendő paraméter üzemi feltételeinek beállítása. A mérendő objektum természetesen a motor, annak is a hengertere. Tudjuk, hogy a diagnosztikai célú kompresszió-csúcsnyomásmérés az indítómotor által forgatott motoron történik. A kompresszió-csúcsnyomás függ a

fordulatszámától, a motor hőfokától és a henger feltöltésétől. Soroljuk ide azokat az egyéb tényezőket is, melyek a mérés várt eredményét befolyásolják: nevezetesen egy erőteljesen olajfogyasztó motornál a dugattyúgyűrűkben lévő olaj a mérés során „hamis” tömítést ad, torzítva a valós állapotot.

4. Műszerellenőrzés (pontosság-ellenőrzés). A műszerellenőrzés, miután mechanikai nyomásmérőről van szó, időszakos karbantartást igényel (tömítő gumikúp, csatlakozómenet, előszűrő, visszacsapó szelep, csővezeték állapot-ellenőrzése stb., tisztítás).

5. Műszerbeállítás. Ügyeljünk arra, hogy a regisztrálópapír az adott műsértípushoz való legyen! Az elektromos kompressziómérőnél végezzük el az alapbeállítást.

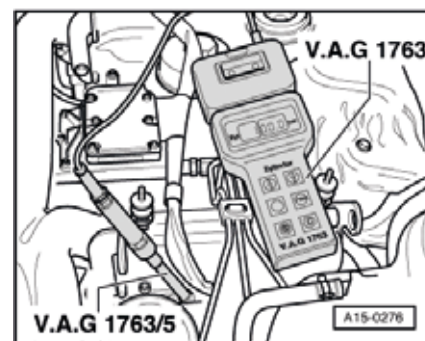
6. Műszercsatlakoztatás. Ügyeljünk a kifűjásmentes csatlakozásra.

7. Mérés. Ügyeljünk a mérés megfelelő időtartamára. Az előírt mérési körülmények betartására (teljesen nyitott fojtószelep, e-gáznál is

lépjünk a pedálra, mert egy kicsit nyit a fojtószelep, jó akku kell, hogy minél nagyobb legyen a mérésnél a motorfordulatszám, a motorhőfok is fontos, mind az olaj viszkozitását, mind a henger-dugattyú illesztési méretét befolyásolja).

8. Mérésadat-rögzítés. A mérési eredmény (a csúcsnyomás értéke) a regisztrálóra történő írással, bekarcolással rögzítődik, ügyeljünk új henger vizsgálatok a regisztrálópapír léptetésére, a nyomótér leürítésére. Egyértelműen azonosítsuk a hengereket, nehogy később összekeverjük a hengerek mérési eredményeit.

9. Leccsatlakozás. A leccsatlakoztatás után a rendszer helyreállítása kíván gondosságot, esetünkben a gyújtógyertyák visszaszerelése, a kábelek csatlakoztatása, a befecskendezés visszaállítása. Dízelnél az izzógyertyát nyomatókra kell húzni (a túlhúzást kell elkerülni!). A műszer-újrafelhasználás kész állapotban való eltétele sajnos sokszor elmarad, és a következő alkalommal keressük a széthagyott alkatrészeket, tisztítjuk meg a ráakódott szennyeződéstől...



A VW csoport elektromos nyomásjeladóval rendelkező kompresszió-csúcsnyomásmérő műszere. A képen látható alkalmazás dízelmotor izzógyertyanyíláshoz csatlakoztatott jeladót mutat.



A PICO WPS500X jelű nyomásjeladója, kompressziómérésre is alkalmas indítómotornal forgatott, illetve járó motornál. Az oszcilloszkópon megjelenő indikátordiagram a szelepvezérlésről is érdemi információt ad.

10. Mérésadat-kiértékelés. Most jutottunk el a cikk címében ígért témához, de úgy gondoljuk, hogy ez a „köret” nélkülözhetetlen volt ahhoz, hogy érdemi adatkiértékelést tudjunk elvégezni.

A csúcshozmókat hasonlítsuk össze a gyári túrésmező értékhátáraival. Precíz az a gyári adatmegadás, mely három mezőre osztja fel a nyomásértékeket:

X bar feletti érték	jó
X-Y bar közötti érték	még megfelelő
Y bar alatti érték	nem megfelelő

Az izzítás hatékonyságának (gyorsaságának és hőfokának) növelésével a személygépkocsi-dízelmotorok sűrítési viszonya, így kompresszió-csúshozmó is erőteljesen lecsökkent. (A nagy kompresszióviszony a motor hidegindítása miatt kellett hajdan, ha már beindult a motor, kisebb is elegendő lenne.) Ezeknél a motoroknál a hengertömítettség csökkenése – a kiváló hidegindító rendszer ellenére – kritikussá válhat.

A csúshozmóértékeket egymással is össze kell vetni, túlzottan nagy különbség (ΔZ) nem lehet az egyes hengerek kompresszió-végshozmó között.

A tapasztalat azt mutatja, hogy az igen jó motor esetén a hengerek közötti csúshozmó különbsége akár 0,5 bar alatt van. A nem EDC dízelmotornál is nagyon számít a ΔZ értéke, a motor egyenletes járása miatt. Az EDC, de az Otto-motorok is a hengertömítettség különbségeket korrigálni tudja dőzissal és előgyújtással. A ΔZ értéket a gyártók többnyire megadják.

Ha nincs adatunk, az alábbi számítás segít a kiértékelésnél, egy példán bemutatva így járunk el.

Mért értékek:

1. henger: 24 bar
2. henger: 21 bar
3. henger: 17 bar
4. henger: 20 bar

Hagyjuk el a legkisebb és a legnagyobb értéket (18 bar, 23 bar). Képezzük a megmaradó két érték számtani átlagát: $(21 + 20):2=20,5$ bar. Ennek a középértéknek kell vennünk a +15%-át és -10%-át a túrésmező képzése céljából. Tehát 23,6 bar és 18,5 bar közötti érték, azaz 5 bar adja a ΔZ értéket. Erre a motorra a jó értékműt egy adatbázis 20...25 bar túrésmezőben határozta meg.

A nyomásmérés nemcsak a klasszikus mechanikai mérőműszerekkel, hanem nem villamos mennyiséget villamos mennyiséggé alakító jeladóval is elvégezhető. A VW csoport V.A.G. 1763 nyomásjeladóval mér. Lehet a jeladót kézi tartóba helyezni és a gyertyamenetbe szorítani, vagy hosszabbító adapterrel például az izzógyertyamenetbe csavarozni. Az alábbi táblázati értékek TDI-motorra vonatkoznak és az értékbe beleszámított az izzógyertyamenetbe csatlakozó adapter plusz térfogata is. Tehát az értékelési értékek általában az adott műszerrel való méréshez tartoznak!

MotoMeter kompressziómérő és regisztrálókártyája.

Nehezen elérhető gyertyanyílásokhoz flexibilis hosszabbító vezetéseket, komplett szettekét is kínálnak



MOTORKÓD	JÓ ÉRTÉK (BAR)	MÉG MEGFELELŐ (BAR)	MEGENGEDHETŐ MAXIMÁLIS HENGERENKÉNTI ELTÉRÉS (BAR)
AKE, AYM, BAU, BCZ, BFC	26 ... 29	25 ...19	5
BDG, BDH	24 ... 27	23 ... 17	5

A PICO (és már mások is) olyan nyomásmérőt hozott forgalomba, melynek nyomásérzékelő szenzora az égéstéri nyomást a változás folyamatában oszcilloszkóp képernyőjére viszi, indítómotorral forgatott motornál és a motor járása közben is. Így indikátordiagramot kapunk, amely messze több információt hordoz, főleg a szelepvezérlésről, mint a kompresszió végnyomása. A jeladó a PICO WPS500X.

MA MÁSKÉPP VAN...

Korszerű Otto-motorok definíciói szerint számított kompresszióviszonyát $\epsilon = ((VL + VK) : VK)$ megnövelték, de ez egyben nem jelenti azt, hogy a kompresszió-csúcsnyomásértéke is megnőtt. Az Atkinson vagy Miller „technikáknak” megfelelő szelepvezérlés miatt a tényleges sűrítési ütem lerövidül, a tényleges kompresszióviszony (zárt terek viszonya) lecsökken. Az értékelésnél tehát tudnunk kell, milyen motorral van dolgunk.

A motorkönnyítés, mely ma építési követelmény, könnyűfém blokkokhoz vezetett. A henger futófelületek por- vagy huzalszórással felvitt vasalapú, rendkívül kis vastagságú futóréteget kapnak. Tükröző, tükrösima a felületük. Mint az a szakirodalomban olvasható, nagy kéntartalmú tüzelőanyagoknak is jól ellenáll. A mai forszírozott motoroknál azonban a potenciális sérülékenysége nem vitatható, így a pontos hengertömítettség diagnosztika továbbra is nagy jelentőséggel bír.

Létezik fedélzeti kompressziómérés is! Ha nem is ez a célja a dízelmotorok nyomásmérő izzógyertyájának (PSG), a diagnosztikai csatlakozón keresztül kinyerhető mind az indítómotorral

forgatott esetben a henger kompresszió végnyomása, mind üresjáratban. Ekkor természetesen az adott henger befecskendezését le kell tiltani.

ELEKTRONIKUS KOMPRESSZIÓMÉRÉS

Az ún. elektronikus kompressziómérés az indítómotor áramfelvételének, vagy az indítási folyamatban az akkumulátor kapocsfeszültség-esésének (drop) mérésén alapuló, relatív (összehasonlító) diagnosztikai mérés. Az indítómotor a henger kompresszióütemében veszi fel a legnagyobb áramot, akkor, amikor a forgattyúkar és a hajtórúd merőleges helyzetben van. Tehát – érthető módon – nem az FHP-ben. Ez az áram csúcsérték jellemző a hengertömítettségre. Motordiagnosztikai állomások ezt a mérést is vezényelt mérési folyamatban és automatikus kiértékelésben végzik el. Nézzük a háttérinformációkat!

Egy mérés diagramját ábrán láthatjuk. A csúcstól csúcsig mért áramfelvétel (I) jellemző egy henger tömítettségére. Az áramfelvétel értékeit, a példa szerinti hathengerű motor esetén mind a hatot, táblázatba írjuk. A programozott mérés sok mérés, sok indítómotorral történő főtengelyforgatásból származó összegzett mérési eredményt ad, hengerenként átlagolja, és ebből képez oszlopdigramot.

A kiértékelés az alábbi módon történik. A legkisebb és a legnagyobb értéket elhagyjuk. A megmaradó négynek képezzük a számtani átlagát. Az átlag +15%-a és -10%-a adja a tűrésmezőt. Amelyik henger ennél az értéknél kisebbet ad, azt más hengertömítettség-diagnosztikai eljárással tovább

kell vizsgálni. Világítsuk meg mindezt példa segítségével!

Mérési eredmények:

1. henger 57 A
2. henger 58 A
3. henger 69 A
4. henger 61 A
5. henger 37 A
6. henger 59 A

Az elhagyandó két szélső érték: 69 A és 37 A. A maradó négy számtani átlaga: $(57+58+61+59):4 = 58,8$ A. A tűrésmező felső határa $58,8 \times 0,15 = 68$ A. Az alsó határa $58,8 \times 0,1 = 53$ A. Egyértelmű, hogy az 5. hengert kell alaposabban megvizsgálni. Egy henger akkor is mutat nagy áramfelvételt, ha az előtte komprimált henger gyenge. A motor ennél kissé lelassul, és így a következő hengernél az indítómotor az indítási fordulatszámra igyekszik felgyorsítani a főtengelyt. Ez esetünkben is igazolódik: az 1-5-3-6-2-4 gyújtási sorrendben az 5. henger a leggyengébb és az ezt követő 3-as a legerősebb, amiben szerepe van a leírt hatásnak. Az összehasonlító elektronikus kompressziómérés előnye a gyorsaság, de csak erre ne bizzuk magunkat.

NYOMÁSVESZTESÉG-MÉRÉS

A nyomásvesztesség-mérésnél állandó értékű tápnyomással, reduktorral beállított 2 bar túlnyomással, levegőt juttatunk a hengertérbe. Ez történhet a gyertyanyíláson át, dízelnél az injektor vagy az izzógyertya helyén keresztül. Minden esetben szükségesek a megfelelő adapterek. A hengertérnek vannak, nevezhetjük így is, legális és illegális levegővesztési helyei. Legális a gyűrűk melletti átfújás, illegális minden más, például átfújás zárt szelepeknél, súlyos esetben a hengerfejtömítés melletti átfújás vagy a befecskendezők üléke melletti levegőszivárgás. A mérést ne az FHP-ben végezzük. A dugattyú billenése, oldalváltása a gyű-

rúket bizonytalan felfektetési állapotba hozza. Az AHP-ben sem mérhetünk, mert a szelepek itt nyitva vannak (már van motor, ahol nem!). Célszerű a mértést az FHP előtt vagy után, a sűrítési ütemben, kb. 30 °ft helyzetben mérni. Ajánlatos a hengertömítettség-mérés előtt, hiba alapos gyanúja esetén száloptikával megnézni a hengerfalat, a szelepeket. A rögzített kép meggyőző az ügyfelet.

A szabályozott (állandósított) tápnyomás a nyomáscsökkentő és az azt



„Hiszem, ha látom!” – az üregvizsgáló sok találgatástól, eredményre nem vezető méréstől kíméli meg a diagnosztát

követő etalonfúvóka között áll fenn. A nyomásmérő műszer a hengertérben kialakuló, a rendszer stabilizálódása után egy adott szinten állandósuló nyomásértéket jelezi ki. A skálán általában százalék értéket tudunk leolvasni. A szabályozott nyomás 100%-nak felel meg (2 bar = 100%). A hengertérben – mivel az a gyűrűk miatt sohasem teljesen tömített – a nyomás kisebb lesz, mint 2 bar. A nyomás függvénye a hengerátmérőnek, a motor hőfokának és természetesen a műszaki állapotnak (hengerkopásnak, behúzásnak). Ökölszabályként elfogadható, hogy ne legyen nagyobb a veszteség, mint 25%. A hengerenkénti eltérések pedig ne lépjék túl a fenti módon képzett átlagérték 20%-át. Lássunk erre is egy példát!

Mért értékek:

1. henger 17%
2. henger 24%
3. henger 20%
4. henger 27%

Látható, hogy a 4. henger már a „romlás útjára lépett”. A következőkben határozzuk meg az eltérés megengedhető maximális értékét. Elhagyjuk a szélső értékeket: 17% és 27%. A maradék kettőnek a számtani átlagát vesszük: $(20+24):2 = 22\%$. A tűrés érték 20%, tehát $22 \times 0,2 = 4,4\%$. A legnagyobb különbség 10%, mely erőteljesen túllépi a még megengedett 4,4%-ot.

A nyomásvesztés-mérés szubjektív észlelésre is módot ad. Növeljük meg a hengertérbe juttatott levegő nyomását akár 6 bar értékre. Ez elforgatja a motort, tehát a főtengelyrögzítést meg kell oldanunk. Ezek után, akár sztetoszkóppal, hallgassuk meg, hol észlelünk levegősziszegést: szívócső, kipufogócső, kartertér. Arra vigyázzunk, hogy ezek a terek, akár a kartergáz-visszavezetés, akár az EGR miatt, összeköttetésben vannak.

HENGERTELJESÍTMÉNY-KÜLÖNBBSÉG-MÉRÉS

A hengerüzem-összehasonlító vizsgálatok között, a teljessége igénye miatt, szólunk egy régi módszerről, a hengerenként gyújtáselvétellel történő fordulatszám-csökkenés értékelésről. (Nem szólva arról, hogy veteránok is vannak!). A katalizátoros, benzinbefecskendezéses, alap- és üresjárat-szabályozott motoroknál ez a diagnosztika háttérbe szorul. Az eljárás szerint a motort emelt üresjárat fordulatszámmal járassuk ($1500\text{--}1800\text{ min}^{-1}$), majd egy hengerben szüntessük meg a gyújtást. A motor fordulatszáma csökkenni fog és egy kisebb értéken állandósul. Nézzük meg az ajánlott kiértékelést! Induljunk 1800-as fordulatszámról és a fordulatszám-csökkenés értékei az alábbiak:

1. henger: 120
2. henger: 220
3. henger: 270
4. henger: 250

Hagyjuk el a szélső értékeket: 120 és 270. Az átlagérték $(220 + 250):2 = 235$. Az ajánlott tűrésmező $\pm 20\%$. Tehát 260 és 210. Ennél a vizsgálatnál az a henger nem dolgozott a 4 henger alkotta brigádban, amelyiknél a gyújtás elvétele után a legkisebb volt a fordulatszám visszaesése. Ez az 1. henger.

A téves vagy helytelenül kiértékelt diagnosztikai mérési adatok nemcsak az időnket rabolják, mert feleslegesen bonyolódunk bele szerelési munkába, de pénzügyileg is súlyos következményűek lehetnek. Bízunk benne, hogy a fentiek egyesek számára megízlelendő tanulságokat, sokak számára pedig a kiértékelésre vonatkozóan hasznos információt jelentettek. ■