



Gépjármű Diagnosztika

Szabó József Zoltán
Főiskolai adjunktus
BMF Mechatronika és
Autótechnika Intézet



1. Előadás

Félévi követelmények, diagnosztikai
alapfogalmak, információ hordozók.

Henger tömítettségi vizsgálatok, A levegőellátó
és a kipufogórendszer vizsgálata

A félév főbb témakörei

- Hagyományos gyorsdiagnosztikai (henger tömítettség vizsgálati) módszerek, levegőellátó és kipufogó rendszer
- Gépjárművek villamos berendezéseinek vizsgálata I. Akkumulátor, indítómotor, generátor, fényszóró diagnosztikai vizsgálatok
- Gépjárművek villamos berendezéseinek vizsgálata II. Gyújtásvizsgálat hagyományos akkumulátoros, tranzistoros és tirisztoros gyújtórendszereken
- Kipufogó gáz diagnosztikai vizsgálatok benzin és Diesel motoroknál
- Diesel motorok diagnosztikai vizsgálatai. EDC diagnosztika
- Gépjárművek elektronikus rendszereinek vizsgálata I. Számítógéppel irányított korszerű gépjárművek diagnosztikai vizsgálati módszerei, „periféria”, „párhuzamos” és „soros” diagnosztika, fogalma, jellemzői
- Soros diagnosztikai műszerek, jellemzői, főbb funkciói, beavatkozó és működtető teszt.
- Gépjárművek elektronikus rendszereinek vizsgálata III. Fedélzeti diagnosztika, OBD I, II, alapkoncepció, követelmények, MIL lámpa, ellenőrző funkciók benzin és Diesel motor esetében. Hibakódok
- Gépjárművek fékhatás vizsgálata görgős próbapadon
- Gépjárművek lengéscsillapítóinak diagnosztikai vizsgálatai. BOGE és EUSAMA
- Gépjárművek futómű vizsgálata.
- Gépjárművek szervo – kormány szerkezeteinek diagnosztikai vizsgálatai
- Kerékkiegyensúlyozás. Alapesetek, stabil és mobil kiegyensúlyozás

Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki és Biztonságtechn. Főiskolai Kar	Mechatronikai és Autótechnikai Intézet
--	---

Tantárgy címe és kódja: Gépjármű diagnosztika	Kreditérték: 3
<i>Levelező tagozat 2007/2008. tanév II. félév BGRGD18NLK</i>	

Szakok melyeken a tárgyat oktatják: **Autótechnika szak**

Tantárgyfelelős oktató:	Szabó József Zoltán	Oktatók:	Szabó József Zoltán
-------------------------	----------------------------	----------	----------------------------

Előtanulmányi feltételek (kóddal)	BGRBM26NLK
-----------------------------------	-------------------

Félévzárás módja: (követelmény)	Írásbeli vizsga
---------------------------------	------------------------

A tananyag

Oktatási cél: *A hallgatók ismerjék meg a gépjármű diagnosztikában használatos módszerek, műszerek elméleti alapjait, felépítését, működését, a napjainkban alkalmazott rendszereket*

Ütemezés:

konzultáció	Témakör
1.	Félévi követelmények, Diagnosztika fogalma, definíciók, információ hordozók. Gépjármű alkatrészek tönkremeneteli módjai. Gyors diagnosztikai módszerek, Kompresszió végnyomás, szívócső depresszió, kartergáz mennyiség, hengerteljesítmény különbség mérés, súrlódási teljesítmény mérése. Gépjárművek „klasszikus” villamos berendezéseinek (gyújtás, indító motor, akkumulátor) diagnosztikai vizsgálata. Gyakorlat: video vetítés, műszerbemutató
2.	Kipufogó gáz vizsgálat OTTO és Diesel motoroknál. Europa teszt, CO és CH vizsgálat, Diesel kipufogó gáz opacitás mérés, korommérés. Jármű vizsgáló fékpadok típusai, felépítése, ezekkel meghatározható motorjellemzők. Teljesítmény és fogyasztásmérés
3.	Kormányberendezés és szervó kormány vizsgálat, Lengéstani alapfogalmak, lengéscsillapító vizsgálat és kerékkiegyensúlyozás. Stabil és mobil kerékkiegyensúlyozó gépek. OBD diagnosztika, hibatároló és kiolvasó készülékek, szervízműszerek

Kötelező irodalom: 0. Előadások

<http://siva.banki.hu/jegyzetek/GRI/Gepjarmudiag>

- [1.] dr. Dezsényi György - dr. Emőd István - dr. Finichiu Líviu :
Belsőégésű motorok Tankönyvkiadó, Budapest 1992
- [2.] dr. Frank Tibor – dr. Kováts István : Benzinbefecskendező
és motorirányító rendszerek
Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest, 2004
- [3.] dr. Kováts István – dr. Nagyszokolyai Iván – Szalai László:
DÍZEL befecskendező rendszerek
Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest, 2002
- [4.] Dr. Lakatos István - Dr Nagyszokolyai Iván : Gépjármű-
diagnosztika Képzőművészeti Kiadó 2006
- [5.] Dr Kégl Tibor, Szabó József : Műszaki diagnosztika
/ BMF Jegyzet /

Diagnosztika

- A diagnosztika, azaz a görög *diagnosis* szó eredeti jelentése megkülönböztetés, valamely folyamat elindító okának megállapítása, felismerése.
- Az orvostudomány a *diagnostica* szakkifejezéssel a betegség felismerésének és megállapításának tudományát nevezi.
- A műszaki diagnosztika gépészeti (mechanikai) és mechatronikai rendszerek állapotminősítéséhez szükséges mérések és a mérésadat-értékelés összefoglaló megnevezése. A műszaki diagnosztika mérési eljárásainak specifikuma — az általános vizsgálati eljárásokon belül — az, hogy az információszerzés a rendszer vagy objektum megbontása nélkül, annak határfelületéről történik.

A műszaki diagnosztika fogalma

A műszaki diagnosztika olyan eljárás, amely műszerek és mérőeszközök segítségével a

**GÉP LÉNYEGES MEGBONTÁSA NÉLKÜL,
ÜZEM KÖZBEN**

TELJES TERHELÉS ALATT

A MÉRHETŐ JELEKBŐL, HATÁSOKBÓL

következtet a gép múltbeli, jelenlegi állapotára és jövőbeli viselkedésére

A diagnosztika feladata, célja

- A mechanikai és mechatronikai rendszerek *állapotfelügyelete* (folyamatos), valamint *állapotvizsgálata* (eseti) az állapotminősítéshez szükséges információk megszerzését és azok értékelését jelenti, nevezetesen:
 - a komplex és egyedi üzemi jellemzők és
 - a szerkezeti elemek, alkatrészcsoportok elhasználódását leíró állapotjelzők mérését, a mérési adatok értékelését.
- Az állapotminősítés célja:
 - a névleges működési jellemzők, tulajdonságok meglétének ellenőrzése;
 - az objektum elhasználódási állapotának, állapottartományának azonosítása.

A műszaki rendszerek és berendezések vizsgálatával, állapotuk meghatározásával kapcsolatban háromféle feladat tűzhető ki:

- a) Múltbeli állapot felderítése,
- b) A jelenlegi állapot meghatározása,
- c) A rendszer, a gép jövőjére vonatkozó előrejelzés.

Hibaeredet

Jelenlegi állapot

Várható
meghibásodás



A gépjármű-diagnosztika

- A gépjármű-diagnosztika a gépjármű állapotminősítéséhez szükséges, diagnosztikai módszerekkel végzett mérések és a mérésadat-kiértékelés összefoglaló megnevezése.
- Az üzemeltetett gépjárművek műszaki állapotfelügyelete, üzemállapot-regisztrációja, a gépjármű egyes szerkezeti alrendszereinek állapotminősítése történhet:
 - **rendeleti előírás alapján** (forgalombiztonsági, környezetvédelmi állapotellenőrzés, menetállapot-regisztráció);
 - **fenntartás céljából** (hibamegállapítás, hibamegelőzés, ill. beállítás, beszabályozás);
 - forgalmi üzemi jellemzők gyűjtése a **szállítási feladat végrehajtásának komplex értékelése szempontjából**.
- A gépjármű-diagnosztika két fő csoportra osztható:
 - nem fedélzeti diagnosztika (off-board diagnosztika);
 - fedélzeti diagnosztika (on-board diagnosztika).

- A nem fedélzeti (off-board) diagnosztikai állapotvizsgálathoz szükséges hardver- és szoftverelemek (mérőmű, ill. jeladó, mérésvezérlés, mértadat-kiértékelés) a gépjármű, ill. alrendszerének nem integrált elemei. A mérőeszközöket a rendszerhez — a vizsgálat alatt — csatlakoztatni kell.

- A fedélzeti diagnosztikai állapotvizsgálat a gépjármű irányított rendszereinek saját feladata. A diagnosztikai állapotvizsgálathoz szükséges hardverelemek (mérőmű, ill. jeladó) és a szoftver (mérésvezérlés, mértadat-kiértékelés, információátvitel) a gépjármű egészének, alrendszerének integrált elemei.

- A mérések a rendszerben folyamatosan vagy periodikusan történnek, a mérésadat feldolgozásra és kiértékelésre időközönként kerül sor. A felismert hiba azonosítóját (a hibakódot és paraméter környezetét) a hibatárban, későbbi kiolvasás céljából, megőrzik.

- A rendszerteszt a gépjármű irányítóegységeit egy, közös diagnosztikai csatlakozón keresztül éri el. A rendszerteszt és az irányítóegységek közötti kommunikáció funkcionális típusai:

- kapcsolatfelvétel;

- hibakód-kiolvasás, hibakód és adaptív memóriatörlés;

- az üzemi paraméterek on-line kiolvasása;

- a programozott adatgyűjtés;

- a beavatkozók működtetése;

- a szerkezeti elemek beállítása, illesztése;

- az irányítóegység kódolása;

- az irányítóegység (adat)feltöltése.

Karbantartás és diagnosztika

A gépjárműveket élettartamuk, üzemeltetésük során általában két okból vetjük rendszeresen vagy időszakosan műszeres — ezen belül diagnosztikai módszerekkel végzett — vizsgálat alá.

Az egyik, ha a *fenntartás* (karbantartás és javítás) során válik ez szükségessé

másik a *hatósági* műszaki ellenőrzések alkalmá

Karbantartás és diagnosztika

- **KARBANTARTÁS** : - karbantartáson azt a fenntartási tevékenységet kell érteni, amelyet az állóeszköz üzemképessége és rendeltetésszerű használati állapotának megőrzése érdekében végzünk.
- **A DIN szabvány szerint** : - a karbantartás azon intézkedések összessége, melyek a kívánt állapot megóvására, helyreállítására, illetve a meglévő állapot megítélésére irányulnak. A karbantartás három fő ága a felülvizsgálat (ellenőrzés, mérés), a gondozás(kezelés) és a helyreállítás (javítás), melyek magukba foglalják a karbantartás céljának a vállalkozás céljával való egyeztetését azaz a megfelelő karbantartási stratégia megállapítását és alkalmazását is.

Karbantartási stratégiák

- Azért szükséges ismernünk őket, hogy adott termelési szolgáltatási folyamathoz megfelelő és gazdaságos karbantartási módszert választhassunk.
- Az általánosan alkalmazott módszerek három fő csoportba sorolhatók:
 1. Hibaelhárító, vagy tűzoltó jellegű stratégia
 2. Merev ciklusú TMK jellegű karbantartási stratégia. Naptári idő, elvégzett munka, lefutott, ledolgozott üzemóra szerint
 3. Műszaki állapottól függő karbantartási stratégia

Karbantartási/fenntartási stratégiák (módszerek)

Károrientált
karbantartási
stratégia

Kiesésen alapuló módszer
(„tűzoltókarbantartás”)

Időorientált
karbantartási
stratégia

Ciklikus (periodikus)
módszer
(megelőző jellegű)

- ciklikus ápolás-gondozás
- ciklikus javítás
- üzemszünethez kötött javítás

Állapotorientált
karbantartási
stratégia

Felülvizsgálaton alapuló,
állapotfüggő módszer
(megelőző jellegű)

- rendszeres felülvizsgálat
(műszaki diagnosztika)
alapján
- folyamatos állapotfigyelés
alapján
- szakértő rendszereken alapuló

Hibaelhárító, vagy tűzoltó jellegű karbantartási stratégia

■ Előnyei:

- A gépek 100%-ig kihasználhatók
- Nem kell hosszú kísérleteket végezni a károsodási magatartás felmérése céljából
- Egyszerű módszer

■ Hátrányai:

- Az alkatrészek váratlanul, nagy termelési veszteséget okozva mennek tönkre
- Mivel előre nem tervezhető a javítást csak hosszú idő alatt nagyobb ráfordítással lehet elvégezni
- Csak olyan helyen alkalmazható ahol a működés-képtelenség nem veszélyeztet emberi életet

Merev ciklusú TMK karbantartási stratégia

■ Előnyei:

- Jól tervezhető
- Javul a gépek rendelkezésre állása
- Csökkenti az üzemzavarok számát, rendszeres gondozás és kontroll van a gépeken

■ Hátrányai:

- Nagy raktárkészletet és jelentős személyi állományt tehát nagy költséget igényel
- Gyakori hibák a javítás során
- Az egyébként tökéletes, üzemképes gépeket is javítják, mert a ciklusidő nem változtatható
- Nem a tényleges állapot, hanem az előírások szerint javítanak emiatt időnként „tűzoltásba” megy át

Állapot függő karbantartási stratégia

■ Előnyei:

- A gépek jól, 90-95% -ig kihasználhatók
- Alkatrészeket csak akkor cserélnék, ha ezt műszeres mérések alapján indokoltnak tartják. Javul a gépek rendelkezésre állása
- Csökkenti a raktárkészletet, mivel jól tervezhető kisebb anyag és bérköltés szükséges
- Csak a hibás alkatrészt cserélik

■ Hátránya:

- Drága műszerek és hozzáértő szakemberek szükségesek egy ilyen rendszer működtetéséhez. Gazdaságossági számítást igényel a bevezetése



Henger tömítettségi vizsgálatok

Hengertömítettség és hengerüzem összehasonlító vizsgálatok

- A belső égésű motor hengerterének tömítettsége („gáztömörsége”) alapvetően meghatározza a motorból nyerhető munka nagyságát.
- **A hengerter gáztömörsége az alábbi tényezőktől függ:**
 - a motor fordulatszám, a motor terhelése, a motor hőállapota, a határoló elemek, tömítések műszaki állapota.
- A gáztömörség természetesen soha nem tökéletes, hiszen a dugattyú és a hengerhüvely között gázátfújás lehetséges, amely egy adott értékig természetes.
- Ha a diagnosztikai vizsgálatoknál a fent felsorolt tényezők közül az első hármat peremfeltételekkel lerögzítjük, akkor az utolsó tényezőre (műszaki állapot) vonatkozóan egzakt eredményeket kapunk

Hengertömítettség és hengerüzem

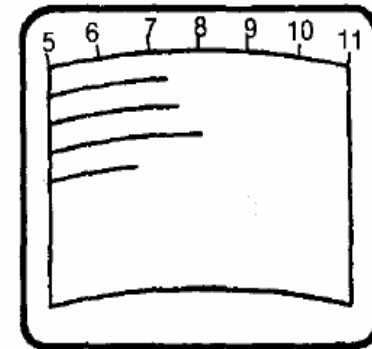
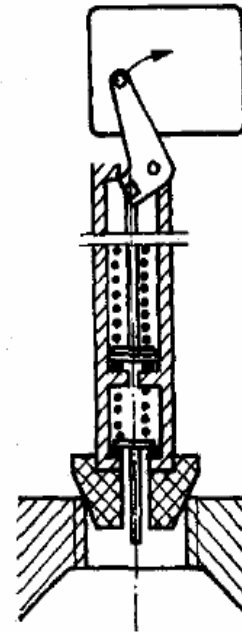
összehasonlító vizsgálatok csoportosítása

- A vizsgálatok lehetnek **szelektívek**, ami azt jelenti, hogy csak a hiba tényét tárják fel vagy **mélydiagnosztikai** jellegűek, amelyek *már* a hiba helyét és mértékét is kimutatják, illetve léteznek **összetetten értékelő** eljárások is, amelyek a henger üzemét összetetten értékelik, és az eredmény csak részlegesen jellemző a hengertér gáztömörségére.
- Az információhordozó fajtája szerint **közvetlen** és közvetett módszereket különböztetünk meg. Közvetlen eljárás esetében a hengertér nyomását, illetve nyomásveszteségét mérjük, *míg* közvetett esetben egyéb mért jellemző alapján következtetünk a gáztömörségre.

	Mélydiagnosztika	Szelektív eljárás	Összetetten értékelő
Közvetlen	• kompresszió csúcsnyomás mérés nyomásveszteség mérés	kartergáz mennyiség mérés	
Közvetett		elektronikus relatív kompresszió mérés	• szívócső-depresszió mérés hengerteljesítmény- különbség mérés

- A hengerek tömítési hibáinak kimutatására régóta használt módszer, amelyet más néven sűrítés vagy kompresszió-mérésnek is hívnak.
- A kompresszió-végnyomás függ a motor fordulatszámától és hőállapotától.
- A mérés során a motort indítómotorral forgatjuk körbe, úgy hogy elindulását meggátoljuk.
- Az akkumulátor állapota és egyéb mecha-nkai tényezők tehát erőteljes befolyást gyakorolhatnak a mérés végeredményére, hiszen ezek hatnak az indítómotor fordulatszámára.
- A motor hőmérsékletével nő a kompresszió-végnyomás értéke, a kenőolaj tömítő hatása és a kenés miatti fordulatszám-növekedés miatt.
- A mérések eredményét a mérőműszer tömegtehetetlensége is jelentősen befolyásolja.

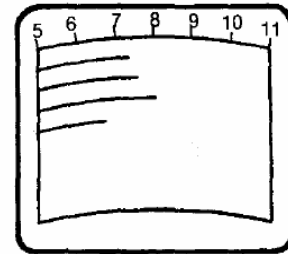
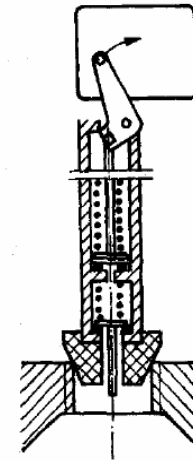
Kompresszió- végnyomás mérés



A sűrítés-mérés eredménye abszolút adatként nem használható fel, csupán a motor hengerei közötti összehasonlító mérésre alkalmas.

A mérés menete kiértékelése

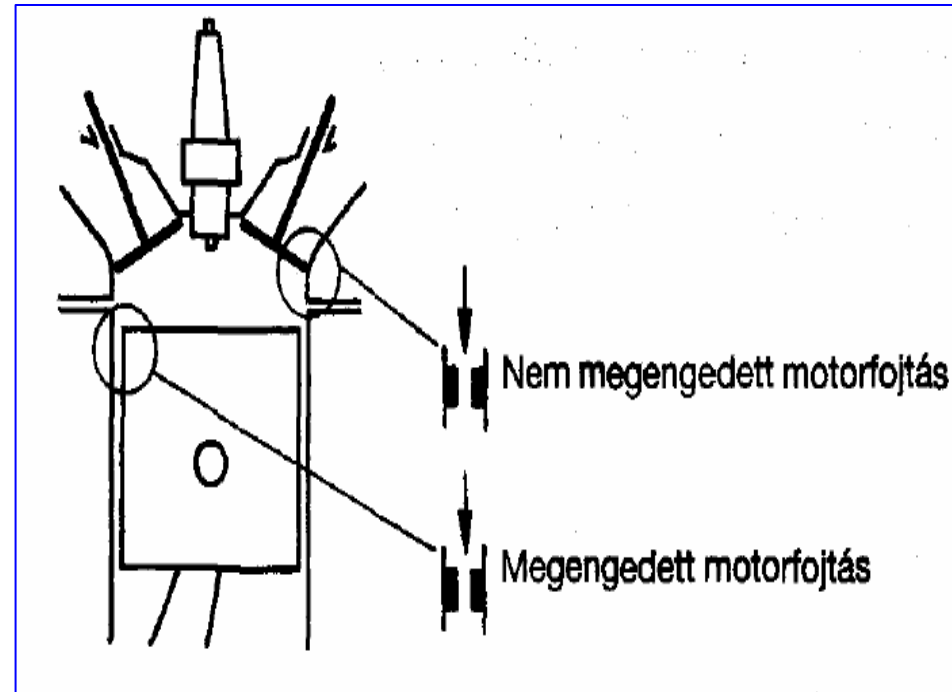
- A műszert gumikúpon (tömítőkúp) keresztül szorítjuk a vizsgált henger gyertya-, ill. porlasztófuratára.
- A hengertérben növekedő nyomás kinyitja a műszer alsó részén elhelyezett visszacsapószelepet (ez gátolja meg, hogy a műszer térfogata növelje a motor kompressziótérfogatát), majd megemeli a műszer rugóterhelésű mérődugattyúját.
- Ennek elmozdulását regisztrálja a mérőpapírra a műszer kiíró szerkezete.
- *A mérés menete (üzemmeleg motor kell !):*
 1. Minden hengerből kivesszük a gyújtógyertyát, illetve a porlasztót.
 2. Otto-motoroknál teljesen nyitjuk a fojtószelepet.
 3. A kompressziómérőt a gyújtógyertya, illetve a porlasztó furatába szorítjuk (illetve csavarjuk).
 4. Indítómotorral körbeforgatjuk a motort, mindaddig, amíg az íróú már nem mozdul tovább.
 5. A visszacsapó-szelepet kézzel lenyomjuk, így nullázzuk a műszert.
 6. A mérést megismételjük a következő hengereknél és összehasonlítjuk az eredményt



A mért eredményeket felhasználhatjuk a gyárilag megadott értékekkel történő összevetésre, de ilyenkor csak az előírt peremfeltételek (vizsgálati motorfordulatszám, kenőolaj-hőmérséklet, adott műszertípus) szigorú betartása mellett kapunk megbízható eredményt.

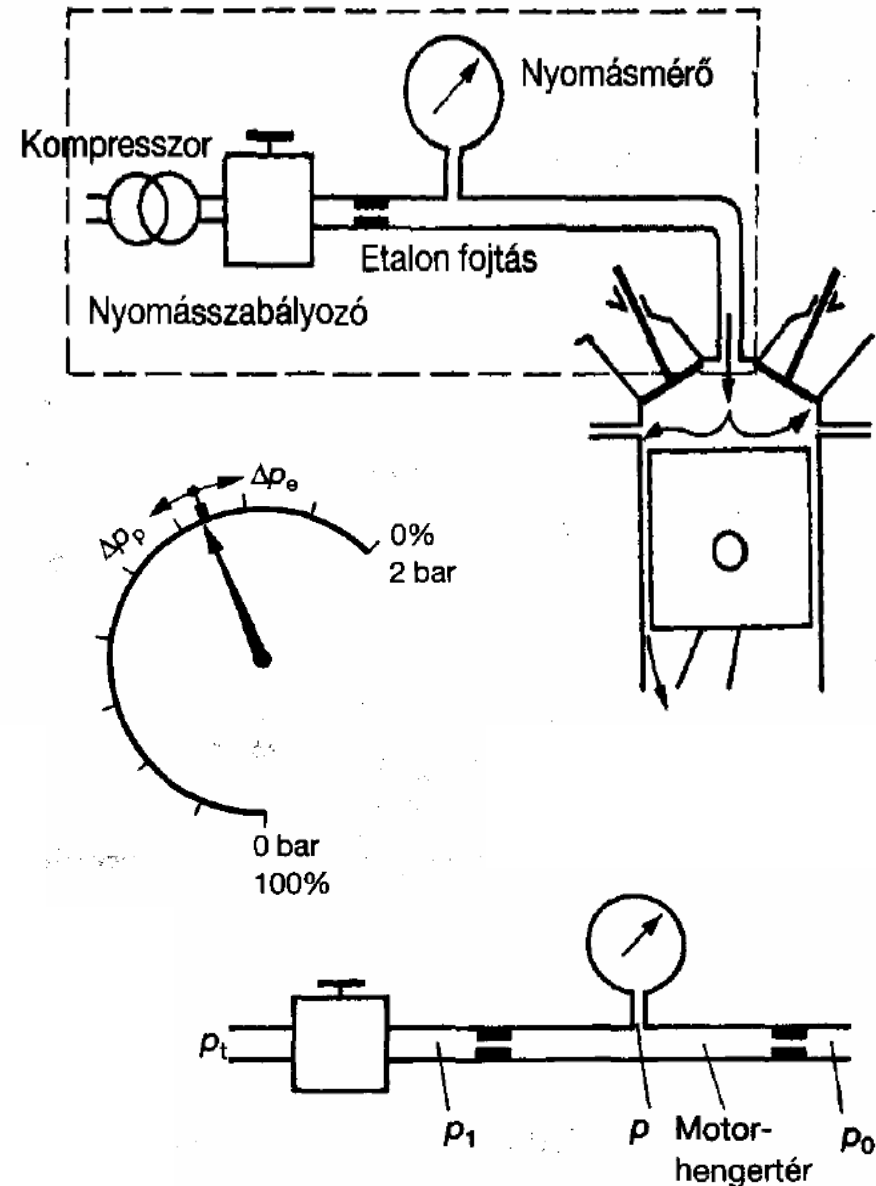
Nyomásveszteség-mérés

- A nyomásveszteség mérés esetén álló motornál, hengerenként értékeljük a munkateret határoló tömítések fojtását.
- A fojtásokat a vizsgálat szempontjából két csoportba osztjuk :
- **Megengedett motorfojtások:** a dugattyúgyűrű, gyűrűhorony, hengerhüvely közötti fojtás.
- **Nem megengedett motorfojtások:** rosszul záró szelep-szeleptányér, hengerfejtömítés.
- A nyomásveszteség-mérő műszer a motorfojtás nagyságát határozza meg, mégpedig úgy, hogy összeveti egy, a műszerbe épített ún. etalon fojtással



Nyomásveszteség-mérő műszer

- A hálózati levegőnyomást a műszer a beépített nyomákszabályzó segítségével 0,2 MPa (2 bar) értékre csökkenti.
- A szabályozott nyomású levegő halad át az etalon fojtáson, majd a motor hengerterébe jut és annak fojtásain keresztül távozik a szabadba.
- Mivel az etalon és a motorfojtások sorba vannak kötve, a nyomásmérő a kettő arányának megfelelő értékre fog beállni 0 és 0,2 MPa között



Nyomásvesztés-mérés végrehajtás és kiértékelés

$$\Delta p\% = \frac{\Delta p}{P_{\text{alap}}} \cdot 100\%$$

- A méréseket **üzemmeleg motoron, kompresszió ütemben** (forgásirányban forgatva), a felső **holtpont** előtt megállított dugattyú-helyzetben kell elvégezni. Ennek oka, hogy a szívó- és kipufogószelep együttesen csupán ebben a helyzetben zárt.
- *A hengerkopások feltérképezése céljából lehetőség van arra is, hogy a mérést az alsó holtponttól (a szívószelep zárásától) a felső holtpont felé haladva több ponton is elvégezzük. A mérést fonendoszkóppal kiegészítve a levegőszivárgás helye is felderíthető*
- A hengertömítettséget %-os mérőszámmal értékeljük ki, ahol Δp a nyomás-csökkenés értéke; $P_{\text{alap}} = 0,2 \text{ MPa}$ a mérés előtti kiindulási nyomás.
- A csökkenés %-os értéke hengerfurat-függő. Nagyobb hengerfurat-átmérő esetén ugyanis nagyobb az a henger körüli körgyűrű felület, amelyen a levegő normál esetben is megszökhet, ezért itt nagyobb százalékos nyomásesés engedhető meg. A mérés kiértékelése is hengerfurat-intervallumok szerint történik

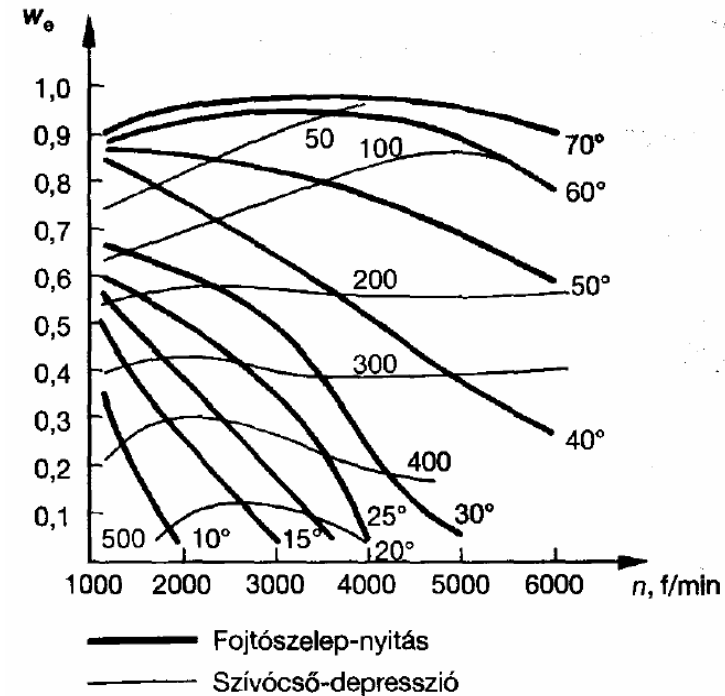
Hengerátmérő, mm	Jó, %	Még elfogadható, %	Hibás, %
Ø50–75	0–7,5	7,5–25	25–100
Ø75,1–100	0–12,5	12,5–32,5	32,5–100
Ø100,1–130	0–20	20–55	55–100

Szívócső-depresszió mérés

- A fojtással szabályozott Otto-motorok szívócsövében kialakuló nyomás légköri nyomástól való eltérése a szívócső-depresszió. Ennek értéke jellemző a motor üzemállapotára, terhelésére.
- a motorfordulatszámmal együtt a szívócső-depresszió értéke **munkapont azonosításra is alkalmas.**
- A szívócső-depresszió az alábbi tényezőktől függ:
 - sűrítési viszony;
 - áramlási ellenállás (a szívólevegő útja)
 - a dugattyúk tömítettségétől,**
 - a szívóoldali szerkezetek tömítettségétől,**
 - a szelepvezérlés beállításától,
 - a kipufogó-oldali szerkezetek áramlási ellenállásától,
 - a maradékgáz nyomástól.

Szívócsőnyomás-értékek a motor terhelési jellemzőjében

- Az ábra a motor terhelési jellemzőjében ábrázolja az állandó szívócsőnyomás- (a szívócsőben mérhető abszolút nyomás érték) vonalakat és az állandó fojtószelepnyitás-görbéket.
- Terhelt motoron (görgős pad) történő depressziómérés esetén referencia-értékekre van szükségünk az adott típusra, hogy kiértékelhető eredményt kapjunk.
- Üresjárat mérés esetén lehetőségünk van az ún. határdepresszió meghatározására. Ilyenkor a motor által létrehozható legnagyobb depresszió-értéket mérjük meg: a motort a névleges fordulatszám közelébe gyorsítjuk, majd hirtelen zárjuk a fojtószelepet. A motor lassulása során leolvassuk a műszer által mutatott maximális értéket.
- Ennek értéke: 70 —85 kPa.



Az ábra arra mutat rá, hogy bár a szívócső-depresszió értéke nagyon sok tényezőtől függ, kifogástalan műszaki állapotban adott fojtószelep-álláshoz és motorfordulatszámhoz egyetlen szívócső-depresszió érték tartozik.

Kartergázmenntnyiség- mérés

$$\dot{V} = V_{\text{lökct}} \cdot \frac{n}{120} \cdot \lambda_t \cdot 0,005 \text{ dm}^3/\text{s}$$

- Ahol $V_{\text{lökct}}$ a motor lökettérfogata, [dm³]
- n a vizsgálati motorfordulatszám, [1/min];
- λ_t - a töltési fok.

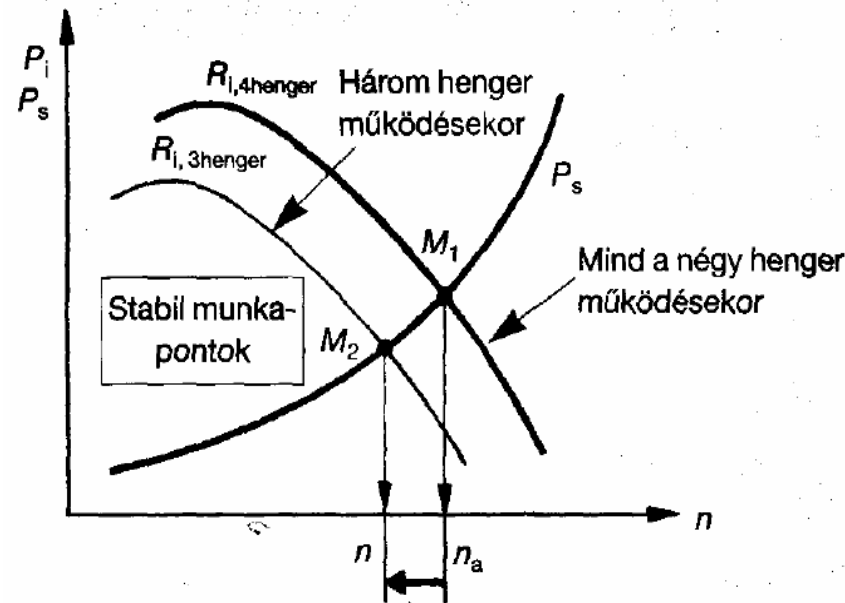
- Négyütemű motoroknál a dugattyúgyűrűk és a szelepszárak mellett a forgattyúházba áramló gázmenntnyiséget nevezük kartergáznak.
- Ez a gázáram bizonyos határig normálisnak tekinthető.
- Új motoroknál a kartergáz menntnyisége nem haladhatja meg a motorba jutó térfogatáram 0,5 %-át. Azaz a megengedett kartergáz-térfogatáram
- A kartergáz-menntnyiséget rotameterrel vagy lebegőtestes áramlásmérővel mérjük.
- A gáz a mérőcsőbe alulról érkezik és a térfogatáramától függő mértékben megemeli a lebegőtestet vagy lemezdugattyút. A magassági méret adja a térfogat- áram mértékét.
- A műszert a forgattyúház teréhez általában csillapító tartály közbeiktatásával kötik be, hogy a gázáram lüktetését csillapítsák.

Hengerteljesítmény-különbség mérés

- Az eljárás alapelve, hogy a vizsgált hengerben megszüntetjük az égést, **Otto-motoroknál a gyújtás kiiktatásával**, **dízelmotoroknál a befecskendezés megszüntetésével**.
- A módszer a kikapcsolt henger munkáját összetetten értékeli:
 - hengertömítettség,
 - keverékeloszlás,
 - gyújtás és
 - mechanikai veszteségek tekintetében.
- A hengerteljesítmény-különbség mérés elvégezhető üresjáratú és terhelt motorüzemben egyaránt.

Üresjáratú hengerteljesítmény-különbség mérés

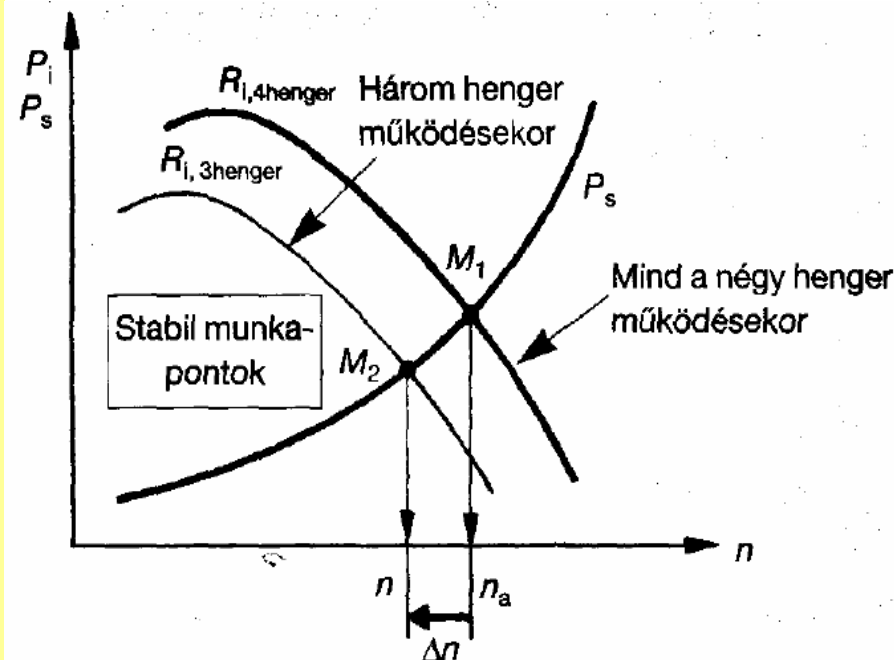
- A módszer elsősorban az Otto-motorok esetében terjedt el, mivel dízelmotoroknál jóval bonyolultabb a megvalósíthatósága.
- Alapelve, hogy az adott a hengerek gyújtását sorban megszüntetjük (ügyelve arra, hogy a túlságosan hosszan kiiktatott henger miatt a katalizátor túlmelegedhet), akkor a motorfordulatszám csökkenéséből tudunk következtetni az adott henger állapotára.
- Jó műszaki állapotú hengerek esetében a fordulatszám-csökkenés mértéke nagy, míg a „gyengébb” hengerek hiányát kevésbé „érzi meg a motor”.
- A kiértékelés alapelve, hogy az egyes hengerek eltérése nem haladhatja meg az 5—7%-ot.



A vizsgálat alapelve, hogy üresjáratú (emelt alapjárat — általában 2000 1/min) üzemállapotban a motor nem ad le munkát, csupán belső ellenállásait fedezi. Ez azt jelenti, hogy az indikált teljesítmény minden munkapontban megegyezik a súrlódási teljesítmény-szükséglettel.

- Egy 4 hengeres motort alapulvéve:
- Az M_1 munkapontban a vizsgálati fordulatszám ($n_a = 2000$ 1/min) esetében a működő hengerek összes indikált munkája megegyezik az adott fordulatszámhoz tartozó súrlódási és mechanikai veszteségek teljesítményigényével. (A vizsgálatot minden esetben rögzített fojtószelep-állapot mellett kell végrehajtani!)
- Ha kikapcsolunk egy hengert, akkor az indikált teljesítmény kisebb lesz (hiszen már csak három henger működik), a súrlódási teljesítményigény függvénye viszont nem változik, hiszen a motor „vonszolja” a kikapcsolt hengert is.
- Ebből adódóan beáll egy új munkapont, de természetesen alacsonyabb motorfordulatszámon.
- A csökkenés (Δn) értéke jellemző a kikapcsolt henger műszaki állapotára.

Hengerteljesítménykülönbség mérés



A korszerű diagnosztikai műszerek automatikusan kapcsolják ki és vissza a hengereket (AUTOMATIC POWER BALANCE), amely nagyon lényeges a katalizátor védelme szempontjából.

A „delta-HC” diagnosztika

- Az üresjárati hengerüzem-összehasonlító vizsgálatokat kiegészíthetjük ún. **delta-HC** méréssel is.
- Az elnevezésben a **HC** a szénhidrogén-kibocsátás mérése, míg a delta a kibocsátási koncentrációkülönbségre utal.
- A motor fordulatszám változás mellett a HC-kibocsátás változást is mérjük.
- A mérés során először a gázelemző állandósult üzemállapotban megméri a HC-emissziót és az adatot eltárolja: ez az érték az ún. HCbasic.
- Ezután automatikusan kioltja az 1-es henger gyújtását. Ekkor természetesen csökken a fordulatszám és jelentősen megnő a szénhidrogén-kibocsátás, mert a gyújtáskikapcsolt henger beszívja a szénhidrogén—levegő keveréket, de azt a kipufogási ütemben ki is tolja. A gázelemző megméri a megnövekedett kibocsátást és az adatot eltárolja. Ez az érték a $\Delta HC1$, azaz az első hengerhez tartozó HC-emisszió növekmény.
- Ezt követően a diagnosztikai próbapad visszakapcsolja a gyújtást, a motor ismét valamennyi hengerével üzemel. A műszer megvárja *míg* stabilizálódik a motorjárás és a HC-kibocsátás. Ekkor a diagnosztikai próbapad kikapcsolja a gyújtási sorrendben következő henger gyújtását, a gázelemző pedig megméri a HC-emissziót ebben az esetben is, és természetesen ezt az adatot is memorizálja.
- A műszer sorban minden hengert kikapcsol és ΔHC -t mér, majd összehasonlítja és kijelzi az összes henger értékeit

A „delta-HC”- méréssel az alábbi hibákra lehet következetni:

- gyújtáshibák,
- szelepvezérlési hibák
- tüzelőanyag-bejuttatási hibák,
- hengerenkénti dózishibák, vagy
- keverékelosztási hibák,
- Henger-tömítettségi hibák,
- hengerenkénti olaj fogyasztás-eltérés hibák.

	Keverékképzési hiba	Gyújtási hiba
A hiba leírása	A „hibás” hengerbe nem történik tüzelőanyag befecskendezés	A hibás hengerben nincs gyújtás
HC_{bázis}	alacsony (kb. 100–200 ppm)	magas (kb. 1500–2000 ppm) (mivel a hibás henger alapállapotban is elégtelenül „löki ki” a tüzelőanyagot)
ΔHC_{hibás henger}	0 ppm – alacsony	0 ppm – alacsony
ΔHC_{többi henger}	normál (kb. 1500–2000 ppm)	normál (kb. 1500–2000 ppm)
Megállapítás	Keverékképzési hiba esetén a HC _{bázis} érték alacsony, és a hibás henger Δ HC értéke is alacsony	Gyújtás hiba esetén a HC _{bázis} érték magas, és a hibás henger Δ HC értéke alacsony

Terheléses hengerteljesítmény- különbség mérés

- A terheléses hengerteljesítmény-különbség mérést görgős padon végezzük.
- A módszer elve itt is az, hogy a kikapcsolt henger vonszolásához szükséges munkát a többi hengernek kell szolgáltatnia.
- A hengerek kikapcsolása ebben az esetben teljesítmény-csökkenésben nyilvánul meg. Ezt görgős padon a hajtáslánc veszteségeit is beszámítva tudjuk megmérni, mivel:

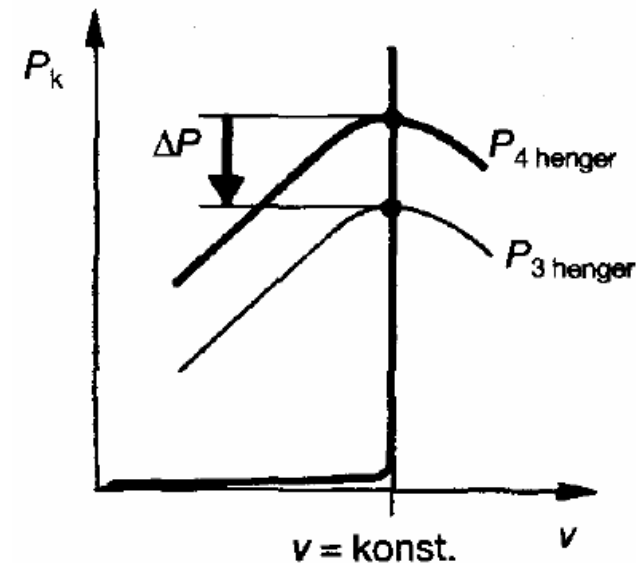
$$P_{\text{kerék}} = P_{\text{mot., eff.}} - (P_{\text{hajtómű}} + P_{\text{gumi, def.}})$$

A mérés során a motorteljesítményt csökkentő tagok állandóak, így a további értelmezést már elegendő a motorra felírni. Az egyszerűség kedvéért vegyünk alapul egy kéthengeres motort.

$$P_{\text{mot., eff.}} = (P_{i,1} - P_{s,1}) + (P_{i,2} - P_{s,2})$$

Ha az 1. hengerben megszüntetjük a gyújtást (munkavégzést), akkor a fenti egyenlet az alábbira módosul:

$$P_{\text{mot., eff., 1}} = (0 - P_{s,1}) + (P_{i,2} - P_{s,2})$$



Terheléses hengerteljesítmény-különbség mérés

Ha a két egyenletet kivonjuk egymásból, akkor az alábbi eredményre jutunk :

$$P_{i,1} = P_{\text{mot., eff}} - P_{\text{mot., eff.1}}$$

A motor mechanikai hatásfoka a mérési eredmények alapján kiszámítható:

$$\eta_m = \frac{P_{\text{mot.,eff.}}}{\sum P_{i,j}} \cdot 100 [\%]$$

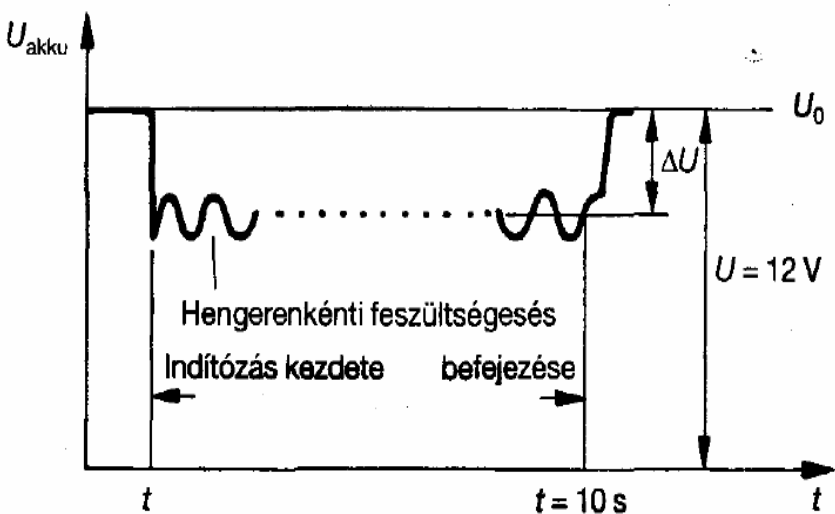
A mért adatok alapján a motor mechanikai veszteség teljesítménye is meghatározható. A kikapcsolt henger mechanikai veszteségteljesítménye:

$$P_{m,j} = \frac{(z-1)}{z} \cdot P_{\text{mot., eff.}} - P_{\text{mot., eff., 1}}$$

Ennek alapján a teljes motor mechanikai veszteségteljesítménye:

$$P_m = \sum_{j=1}^z P_{m,j}$$

Elektronikus relatív kompressziómérés



Ez a mérés is csak hengerek közötti összehasonlításra alkalmas. Erre utal nevében a relatív jelző.

- Az elektronikus relatív kompresszió mérés azon a felismerésen alapul, hogy a motor átforgatási ellenállása az egyes hengerek működési fázisainak megfelelően váltakozó.
- Ha az átforgatási ellenállás változását az idő függvényében vizsgáljuk, akkor a maximális értékek az egyes hengerek kompresszió ütemeihez kötődnek.
- Ha a motort az indítómotorral forgatjuk körbe úgy, hogy az elindulást meggátoljuk, akkor az indítómotor áramfelvétele, illetve az akkumulátor kapocsfeszültsége is a törvényszerűséget követi.
- A mérés tehát alapvetően kétféle módszerrel történhet:
 - az indítómotor áramfelvételét, illetve
 - az akkumulátor kapocsfeszültségét mérjük kis időállandójú regisztráló műszerrel az idő függvényében.



A levegőellátó és a kipufogórendszer vizsgálata

A levegőellátó és a kipufogórendszer vizsgálata

- A motorok levegőellátó, valamint kipufogógáz-elvezető és -utókezelő egységei ma már többnyire irányított rendszert alkotnak.
- Rendszerben működik a feltöltés — mind a dinamikus, mind a sűrítővel, így a térfogat kiszorítású, illetve áramlás-technikai géppel (turbótöltővel) történő feltöltés.
- A kipufogógáz-utókezelők ma minden belső égésű motor kötelező tartozékai, ezek sorában a katalizátorok (redox és denox) és a füstszűrők (részecskecsapdák).
- Az irányított rendszerek a fedélzeti diagnosztika állapotfelügyelete alá tartoznak, így a legtöbb üzemi paraméter értékét (élőadat) és a hiba-információkat a rendszerteszt segítségével olvashatjuk ki.

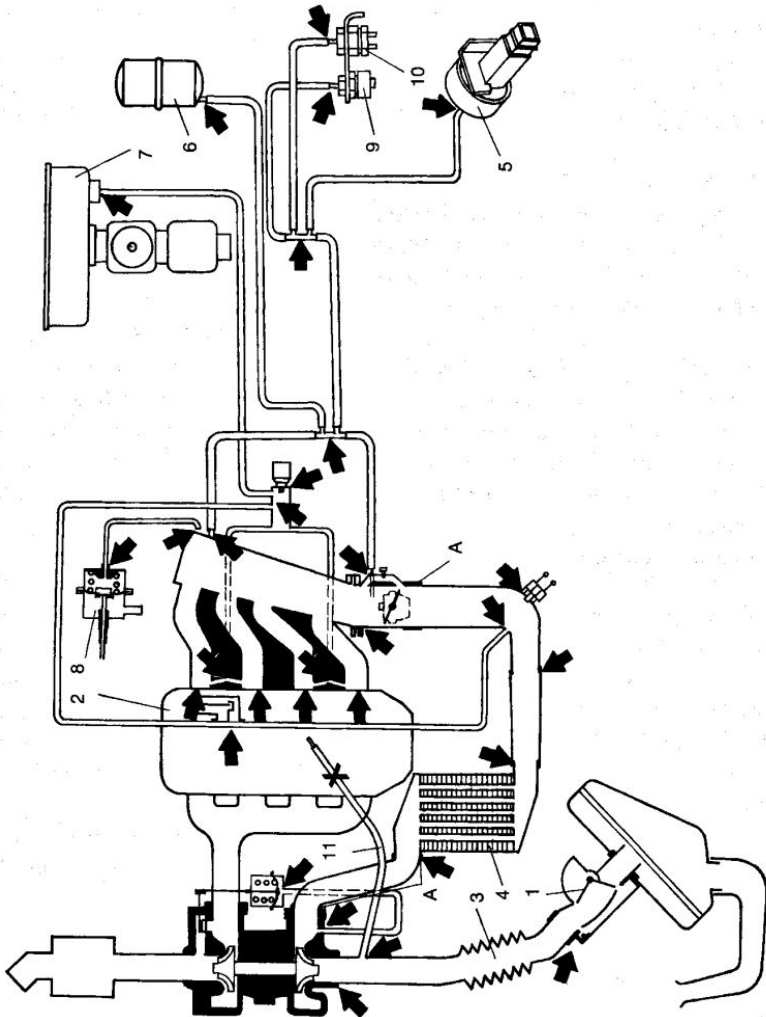
A levegőellátó rendszer diagnosztikai vizsgálati igényű elemei:

- a levegőszűrő,
- a szívóvezeték,
- a fojtószelepegység,
- a turbótöltő kompresszora,
- a levegő-vissza- hűtő,
- a szívási úthossz változtatására képes szívórendszer,
- a szívótorok csatorna lezáró,
- perdületkeltő terelőelemek működtető mechanizmusa.

A kipufogórendszer diagnosztikai vizsgálat szempontjából fontos elemei:

- a katalizátorok,
- a füstszűrők,
- ezek jeladói (lambdaszondák, hőmérők, nyomásmérők).
- A kipufogórendszerbe tartozik a turbótöltő turbinája,
- a turbinára jutó kipufogógáz mennyiség- vagy sebesség-szabályozó rendszert;
- a hangtompítás szerkezeti elemei;
- egyes kialakításoknál a kipufogófék.
- A kipufogógáz visszavezetés,
- a forgattyúház szellőztetés
- a tüzelőanyagtartály-szellőztető rendszer

A szívórendszer ellenállásának, tömítettségének ellenőrzése



- A szívórendszer ellenállása (fojtása) mindkét motortípus alapvető üzemi jellemzője, mely nyomásértéket jellemzően a légszűrő ellenállása határozza meg.
- A szűrő bizonyos használati idő után eltömődik, az áramlási ellenállása megnő, melynek következtében nőnek a motor veszteségei, csökken a forgatónyomatéka, romlik a turbófeltöltő kompresszor hatásfoka.
- A dízelmotorok szívóvezetékében kialakuló nyomás (mely a depresszió értékével vagy abszolút nyomással adható meg) a gyártó által meghatározott érték.
- A szűrés hatásosságának ellenőrzése nyomásesés mérésével, ha van, akkor a beépített eltömődésjelző megfigyelésével lehetséges.
- Az Otto-motor szívórendszerének tömítettségére és a motor szívási hatásosságának (dugattyúgyűrű tömítés, szelepek tökéletes zárása) ellenőrzésére szolgál a motorféküzemi maximális (az ún. határdepresszióhoz közelítő) depresszió mérése

A kipufogórendszer vizsgálata

- A kipufogórendszeren átáramló füstgázok nyomásveszteséggel jutnak a szabadba.
- A gázáramlásból eredő nyomásveszteség, amely a motor hasznos teljesítményéből fedeződik, nem lépheti túl az effektív teljesítmény 5%-át.
- Hiba esetén a megnövekedett áramlási ellenállás legyőzésére fordított energiát a motor kénytelen fedezni, nőnek a veszteségei, csökken a turbótöltő hatásfoka, és megnő az égéstérben lévő alkatrészek hőterhelése.
- **A kipufogórendszer diagnosztikai jellemzői:**
 - a kipufogórendszer tömítettsége,
 - a kipufogórendszer ellenállása,
 - a motorból kilépő kipufogógázok hőmérséklete,
 - a turbina utáni nyomás értéke,
 - a kipufogógáz utókezelő berendezések és jeladóik működési paraméterei,
 - a gázeniisszió és a füstölés mértéke, valamint
 - a kipufogási zaj.

A kipufogórendszer tömítettsége, ellenállása

- A tömítettség vizsgálata nagyon fontos a rendszer ellenőrzésekor. A kipufogógáz időszakos vizsgálatának is egyik műszaki előfeltétele a kipufogórendszer tökéletes tömítettsége.
- A katalizátor előtti csatlakozócsövek mozgását is megengedő tömítésekre külön legyünk figyelemmel. Rossz tömítettség következtében a kipufogógázok a jármű belső terébe juthatnak, és gázmérgezést idézhetnek elő.
- A kipufogófék zárt pillangószelep előtt, a motor legnagyobb fordulatszámánál a mért nyomás nem haladhatja meg a 3 bar értéket. A rendszernek ebben az esetben még tömítettnek kell lennie.
- A kipufogórendszer ellenállását az átvezető csövekben előálló turbulens áramlásból eredő veszteségek, a turbina ellenállása, a kipufogógáz utókezelés eszközei és a dob kamráiban fellépő veszteségek okozzák.
- A kipufogási nyomás a gyártó által meghatározott érték, mely a motor megfelelő működésének egyik legfontosabb jellemzője. Értékét a motor névleges teljesítményének fordulatszámán határozzák meg

- A turbófeltöltőnek, mint gépészeti egységnek az ellenőrzése a gépjárműmotoron többnyire szemrevételezést és mechanikusjáték-mérést jelent.

- A csatlakozóvezetékek bontását természetesen a töltőnyomás-szabályozás alapos ellenőrzése előzze meg.

- Egyes kialakításoknál a turbófeltöltő fedélzeti fordulatszám-mérésére is van lehetőség, mert fordulatszám-mérő jeladóval látták el.

- A turbófeltöltőnek — jól működő és rendszeresen karbantartott motornál — több százezer kilométer futásteljesítményig megbízhatóan kell működnie.

- A radiális és az axiális csapágyjáték tapasztalat alapján, szubjektív módon, kézzel történő megmozgatással „érett” értékelése lehetetlen. A játékot mérőórával kell ellenőrizni axiális és radiális irányban.

- A gyári érték pl. VW Transzporternél, Golfnál $0,35\text{ mm}$, illetve VW Passatnál $0,42\text{ mm}$, tehergépkocsi-töltőknél a radiális játék $0,45..0,72\text{ mm}$ is lehet.

A turbófeltöltő ellenőrzése

