

SZAKDOLGOZAT

Fóthi Norbert

**Mezőgazdasági és
élelmiszeripari gépészmérnök,
BSc**

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök

Alapképzés

Motorfelújítás technológiája

Belső konzulens: Dr. Kiss Péter
egyetemi tanár

Belső konzulens intézete/tanszéke:
MATE, Műszaki Intézet
Járműtechnika Tanszék

Külső konzulens: Fodor Krisztián
vevőszolgálati mérnök
Agrotec Magyarország Kft.

Készítette: Fóthi Norbert
XQIYA9

MŰSZAKI INTÉZET MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
ERŐGÉPTECHNIKA specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Fóthi Norbert(XQIYA)

részére

Motorfelújítás technológia

Feladatkiírás: Foglalja össze és értékelje a belső égésű motorokkal kapcsolatos szakirodalmat. Határozza meg egy adott motor felújítástechnológiáját. Dolgozza ki a felújítási folyamat fontosabb lépéseit. Végezzen motorvizsgálatot a folyamatot követően.

Közreműködő tanszék: Járműtechnika Tanszék

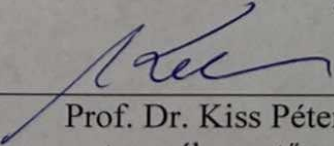
Külső konzulens: Fodor Krisztián, vevőszolgálati mérnök, Agrotec Magyarország Kft.

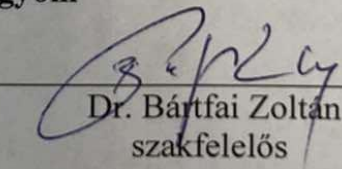
Belső konzulens: Dr. Kiss Péter, egyetemi tanár, MATE, Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék

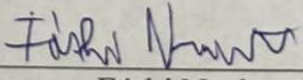
Beadási határidő: 2024. november 5 (kedd) 12.00 óra

Jóváhagyom

Átvettem

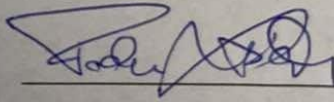

Prof. Dr. Kiss Péter
tanszékvezető


Dr. Bártfai Zoltán
szakfelelős


Fóthi Norbert
hallgató

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2024. hó nap


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés	6
2. Dízelmotorokkal kapcsolatos irodalomfeldolgozás.....	8
2.1. Belső égésű motorok története.....	8
2.2. Dízelmotorok jelentősége napjainkban	8
2.2.1. Haszongépjárművek.....	10
2.2.2. Személygépjárművek	10
2.3. Dízelmotor felépítése	11
2.3.1. Turbófeltöltés	14
2.3.2. Forgattyús tengely.....	14
2.3.3. Hajtórúd.....	15
2.3.4. Dugattyú	16
2.3.5. Égéstér kialakítások	16
2.3.6. Befecskendezés	17
2.3.7. Adagolószivattyúk és magasnyomású szivattyúk	17
2.3.8. Porlasztó.....	18
2.4. Mi miatt használódhat el egy motor?	19
2.4.1. Kenőolaj hatása a motor elhasználódásra.....	19
2.4.2. Hűtés hatása a motor elhasználódására	20
2.4.3. Kopás hatása a motor élettartamára	21
2.5. Mérési eljárások	23
2.5.1. Kompresszió mérés	23
2.5.2. Nyomásveszteség mérés.....	23
2.5.3. Kartergáz mennyiség mérés.....	24
3. Motorfelújítás technológiája	25
3.1. Motorfelújítási technológiák.....	25
3.1.1. Egyedi motorfelújítás	25
3.1.2. Személytelenített és folyamatos rendszerű felújítás.....	25
3.1.3. Cserefődarabos felújítás	25
3.1.4. Szükség szerinti felújítás	25
3.1.5. Korszerűsített felújítás.....	26
3.2. Volvo D7C motorcsalád.....	26
3.3. Motorfelújítás folyamata	28
3.4. Alkatrészek felújítása	31
3.4.1. Szeleprugók	31
3.4.2. Szelepek	32
3.4.3. Szelepülés.....	32

3.4.4. Szelepvezető	33
3.4.5. Hengerfej	33
3.4.6. Vezérműtengely	35
3.4.7. Szelepmelő himba	36
3.4.8. Szelepmelő rúd	36
3.4.9. Hengertömb felújítása	36
3.4.10. Vonalfűrés	37
3.4.11. Hengerfej felfekvő felülete	37
3.4.12. Hónolás	38
3.4.13. Dugattyú	38
3.4.14. Dugattyúcsapszeg	39
3.4.15. Hajtórúd	40
3.4.16. Csapágyszek	41
3.4.17. Forgattyús tengely	42
3.5. Motor összeszerelése	44
3.6. Fékpadi mérés	46
4. Összefoglalás	50
5. Summary	52
6. Irodalomjegyzék	54
7. Nyilatkozatok	55
7.1. Hallgatói nyilatkozat	55
7.2. Konzulensi nyilatkozat	55

1. Bevezetés, célkitűzés

Az általam készített szakdolgozat célja egy belső égésű motor felújítási folyamatának elemzése. A járművek motorjai iránt már gyerekkorom óta nagy érdeklődést mutattam ki. Édesapám szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozik, így mindig testközelben voltak a traktorok és kombájnok. Szerencsére számos alkalommal volt lehetőségem ezeket a gépeket vezetni, karbantartani. A mezőgazdasági gépekre hatványozottan igazak, hogy a karbantartásuk hiánya, vagy ritkasága kritikus következményekkel járhat, mivel jóval nagyobb költség helyreállítani őket, mint például a személygépjárműveket. Igaz az is, hogy nagyobb igénybevételnek vannak kitéve, így sűrűn előfordul, hogy valamilyen hibát észlelhetünk. Nyári gyakorlaton esett lehetőség arra, hogy megismerkedjek a felújítási folyamatokkal és módszerekkel mélyebben. A Perfekt Motorfelújítás Kft biztosítja számomra azt, hogy elsajátítsam a témához megfelelő tudást. A cég hazánk egyik legnagyobb motorfelújító vállalkozása, amely a családi tradíciókat követve jutott el ilyen magas szintre. Hozzá kell tenni, hogy házon belül el tudják végezni a motor és a segédberendezések felújítását, ezek mellett szakképzett munkaerő, technológia, és korszerű, biztonságos géppark is a rendelkezésre áll. Az ország számos pontjáról érkeznek felújítandó motorok, de előfordult már, hogy Németországból keresték fel a munkatársakat a javításhoz. A BKV buszaival sokszor találkozom szétszerelésnél, emellett teherautók, mezőgazdasági gépjárművek, személygépjárművek is felújításra szorulnak heti rendszerességgel. A szakdolgozatomban bemutatásra fog kerülni egy motor teljes felújításának útja, melyben pontos információkat közlök a mérési folyamatokról, a motor szétszerelésétől egészen a tökéletes működésig. Minden erőgép eljut az életében egy azon szakaszhoz, amikor a műszaki állapota az elhasználódás miatt nem megfelelő. Ilyenkor mérlegelnünk kell, hogy a felújítás, vagy pedig az új erőforrás beszerzése mellett döntünk. Természetesen szem előtt kell tartani a gazdaságosságot, azt, hogy egy adott motort elsősorban érdemes-e, és ha igen, hányszor érdemes felújítani. Sok esetben előbbi lehet a megoldás, hiszen kötelesek vagyunk figyelmet szentelni a környezetvédelmi szempontoknak. Egy új motor előállítása több hulladékot termel, emellett egy felújított erőforrás gyakran tisztább és hatékonyabb működést biztosít, ami csökkentheti a károsanyag kibocsátást. Ritka vagy klasszikus járművek esetében is ez lehet az egyetlen logikus lépés, mert ilyen esetekben közel lehetetlen eredeti alkatrészeket találni. Egyes tulajdonosok számára vonzó lehet a járművük megtartása az eredeti állapotát: A motor felújítása lehetővé teszi ezt, miközben javítják a megbízhatóságát és a teljesítményét. Természetesen a döntés meghozatala előtt egyeztetnünk kell egy szakemberrel, hogy felmérjék a motor állapotát és meghatározzák a legmegfelelőbb felújítási lehetőségeket. Ehhez különböző vizsgálatokat készíthetünk. A feladat, hogy az eredeti állapotot hozzuk vissza, ennek ellenőrzésre számos ellenőrző folyamat rendelkezésünkre áll, például egy fékpad, amely minden lényeges

paramétert közöl velünk, melyre szükségünk lehet ahhoz, hogy megállapítsuk, motorunk minden része zavartalanul üzemel. Biztosítva van az, hogy a felújított motor ismét közel új állapotba kerülhet, ami növeli a jármű hasznos élettartamát, ezenkívül pedig a tulajdonos hosszú éveken át számíthat arra, hogy hibamentesen közlekedhet.

A motor a járműből kisserelt állapotban érkezik a műhelybe, ahol külső szemrevételezéssel, felmérem a motor állapotát, dokumentálom a paramétereit, megtervezem a javítás menetét. A szétszerelésnél fontos a megfelelő szerszámok használata. Figyelmet szentelek arra, hogy minden alkatrész sérülésmentesen, ép állapotában kerüljön ki a motorból. Mérések sorozatát hajtom végre a kisserelt elemeken és a motor további részén, hogy kiderüljön a kár mértéke: megvizsgálom az elhasználódásra utaló jeleket, mind a kopás, mind a koromlerakódás mértékét, természetesen ezek már az alkatrészek megtisztítása után történnek, így megkönnyítem a saját, és kollégáim munkáját a későbbi teendőknél. Az állapotfelmérés, kiértékelés után egyeztetek arról, mely alkatrészt kell megrendelni, mely alkatrész alkalmas arra, hogy tovább üzemeljen vagy mely alkatrészt kell a gépműhelyben felújítani. Cél az eredeti minőségű állapot visszahozása. Amint a motor minden eleme megérkezett, vagy felújításra szorult, hozzá tudok látni a motor összeszereléséhez, mely utasítások betartásával történik. A végső fékpadi ellenőrző teszten kiértékelem a motor teljesítményét és fogyasztását. A megfelelő értékek esetén megmondható, hogy sikeres volt a motorfelújítás kivitelezése, az erőforrás a becsomagolás után az ügyfélhez kerül vissza.

2. Dízelmotorokkal kapcsolatos irodalomfeldolgozás

2.1. Belső égésű motorok története

Az ipari forradalom kezdete óta az emberek arra törekedtek, hogy egyre kevesebb emberi és állati erőforrást használjanak fel, miközben egyre nagyobb mennyiségű munkát végezzenek el. Az első kielégítő próbálkozás James Watt nevéhez köthető, aki létrehozta az első működő gőzgépet, amelyen évekig dolgozott az 1760-as években. Munkássága jelentős hatással volt az ipari forradalomra, Watt a modern gyártási folyamatok egyik megalkotója. A gőzgép fejlődése során egy jelentős innováció volt a forgattyús mechanizmus megalkotása, amely lehetővé tette a dugattyús belsőégésű motorok számára az erőátviteli szerkezetek alkalmazását. Nikolaus August Otto, kísérletezett az összenyomott üzemanyag-levegő keverék gyújtásával, amelyet négyütemű ciklusban alkalmazott: szívás, sűrítés, munkalöket, és kipufogás. Ez a motor hatékonyabb volt, mint az elődei, és a mai benzinmotorok alapja lett. Rudolf Diesel célja egy olyan fejlesztés volt, amely hatékonyabb, mint a korábbi gőz- és benzinmotorok. A róla elnevezett dízelmotor jellemzője, hogy az üzemanyag-levegő keveréket nem gyújtógyertya gyújtja meg, mint a benzinmotorokban, hanem a magas nyomáson összesűrített levegő hőmérséklete váltja ki az égést. Ez az újdonság számos előnnyel bírt, az eddig megszokottakhoz képest, és rengeteg fejlődésen ment keresztül napjainkig, a turbófeltöltéssel, majd a Common-rail technológia megjelenésével és sikerességével. A dízelmotorok csúcsidőszaka általában a 2000-es évek elejére és közepére tehető, amikor a technológiai fejlettség, az üzemanyaghatékonyság és a dízelmotorok népszerűsége elérte a legmagasabb szintet.

2.2. Dízelmotorok jelentősége napjainkban

Ahogy a fentiekben említésre került, a dízelmotornak számos előnye van a benzinmotorhoz képest. Vizsgáljuk meg, hogy a napjainkban van-e olyan terület, ahol a dízel erőforrások szinte egyeduralkodóként vannak jelen. Kitűnő példa erre a mezőgazdaságban, valamint a szállítmányozásban használt gépek. A legfontosabb szempont, hogy a motor a magas égési nyomásnak és az egyenletes töltésnek köszönhetően széles fordulatszám-tartományban képes nagy forgatónyomaték leadására, ez a tulajdonság pedig előnyös nagy teherbírású feladatok elvégzéséhez. A kamionokkal, traktorokkal, kombájnokkal és vetőgépekkel gyakran végeznek ilyen tevékenységet. A dízelmotorok üzemanyag felhasználási hatékonysága kedvezőbb, ez pedig fontos, mivel hosszú ideig működtetett gépjárművek jelentős költségmegtakarítást eredményezhetnek, főleg nagy gazdaságok, cégek esetében. Érdeemes hozzáfűzni, hogy a tekercsek, gyújtógyertyák hiánya miatt a rádiófrekvencia-kibocsátás nincs jelen, mely a kommunikációs eszközöknél problémát idézhet elő, ez például légi és vízi közlekedésnél igazán

fontos. További megemlíthető példa, hogy a kisebb a kipufogógázok hőmérséklete, a benzinmotorokéhoz képest. Az alacsonyabb kipufogógáz hőmérséklet azt is jelenti, hogy kisebb a hőveszteség, minek következménye a hajtóanyag-hatékonyság, a mely mezőgazdasági szempontból nagy pluszpont. Agráriumban ez különösen fontos, hiszen a munkagépek hosszú időn keresztül, nagy terhelés alatt vannak igénybe véve. Az alacsonyabb kipufogógáz hőmérséklet kíméli a motor további alkatrészeit, mint például a turbófeltöltőt, a katalizátort, a kipufogócsövet. Kisebb hőterhelés pedig ezen elemek élettartamára lesz pozitív hatással. A motor hűtési rendszere is előnyét élvezzi ennek, hiszen kevesebb hőt kell elvezetni, segítve ezzel a motor általános hőterhelését, optimálisabb működését. Ezeken kívül általánosságban elmondható, hogy a dízelmotorok hosszabb élettartamot kínálnak, ez annak köszönhető, hogy masszívabb alkatrészeket alkalmaznak bennük. Ezeket a motorokat nehezebb, folyamatos munkavégzésre tervezték, így a mezőgazdasági alkalmazásokban, ahol a gépek sokat dolgoznak, különösen hasznosak. Sok országban az alacsonyabb dízelárak, valamint a gazdaságosabb üzemanyag-felhasználás miatt a vásárlók előnyben részesítették a dízeljárműveket. A turbófeltöltés és a Common-rail technológiával a környezetvédelmi normáknak is megfeleltek, és a motor teljesítmény is megfelelő volt a takarékoság mellett. Az az igazság, a hibrid és elektromos rendszer térnyerésével mára már háttérbe szorulnak a belső égésű üzemű gépjárművek. Hiába lenne sokkal logikusabb sok esetben megtartani ezeket, de idő előrehaladtával szinte borítékolható, hogy el fognak tűnni a közúti közlekedésből. Az Európai Unióban és más országokban egyre szigorúbb kibocsátási normák lépnek életbe, többet között Euro 6 és Euro 7 szabványok, amelyek a dízelmotorok gyártását és használatát nehezítik. A gyártóknak egyre drágább és bonyolultabb technológiákat kell alkalmazniuk, mint például kipufogógáz-visszavezetés (EGR), hogy megfeleljenek ezeknek a szabályoknak. Az elektromos járművek technológiai fejlődése és egyre elérhetőbb árai jelentősen hozzájárulnak a dízelmotoros autók háttérbe szorulásához. Az elektromos autók nulla károsanyag-kibocsátást produkálnak, és számos országban adókedvezményeket és egyéb ösztönzőket biztosítanak azok vásárlóinak. A dízelbotrányok, mint például a 2015-ös Volkswagen emissziós botránya, szintén rontották a dízelmotorok megítélését. Sok nagyváros, különösen Európában, korlátozza vagy tiltja a régebbi dízeljárművek belépését a belvárosokba, hogy csökkentsék a levegőszennyezést. Összetettebb technológiájuk, és a kibocsátás-csökkentő rendszerek -említve például a részecskeszűrőt- drágább karbantartást és javítást igényelnek. A magas fenntartási költségek sok vásárlót eltántorítanak a dízeljárművek választásától. Az AdBlue adalékanyag, amelyet a legtöbb modern dízelmotorban használnak a károsanyag-kibocsátás csökkentésére, szintén extra költséget jelent a felhasználók számára. Bár üzemanyag-fogyasztásuk általában kedvezőbb hosszú távú utaknál, a modern hibrid és elektromos technológiák egyre inkább

felülmúlják ezt a gazdasági előnyt, mivel ezeknek a járműveknek létrehozott töltési lehetőségek is egyre nagyobb számban vannak jelen.

2.2.1. Haszongépjárművek

Általánosságban közvetlen befecskendezésű dízelmotorokat alkalmaznak, különösen a nagyobb járművek esetében, amelyekbe gyakran turbófeltöltéses és hűtött töltőlevegőjű motorokat szerelnek. Ezek a rendszerek lehetővé teszik, hogy a motorok nagy forgatónyomatékot érjenek el, amely szinte az egész fordulatszám-tartományban állandó marad. A motorok maximális fordulatszáma elérheti a 2500 1/min értéket. A fiatalabb gyártású modellekben lévő Common-rail rendszer lehetővé teszi a tüzelőanyag pontos adagolását és a befecskendezés precíz időzítését, ezáltal csökkentve a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztást, valamint minimalizálva a kipufogógáz és koromkibocsátást. A korszerű dízelmotorok rendkívül tiszta üzeműek, a károsanyag-kibocsátásuk az elmúlt tíz évben 85 százalékkal csökkent. Emellett körülbelül 25 százalékkal kevesebb szén-dioxidot bocsátanak ki, mint a benzines motorok. Ez nagyrészt a dízelmotorok magasabb termikus hatásfokának köszönhető, amelynek révén a dízelmotorok fogyasztása átlagosan 30 százalékkal kedvezőbb. A tüzelőanyag-fogyasztás csökkentése nemcsak egyéni előnyt jelent, hanem közérdeket is szolgál, mivel késlelteti a kőolajkészletek kimerülését, és ezzel az elkerülhetetlen áremelkedést, amely hosszú távon veszélyeztetheti az automobilizmus jelenlegi formáját.

2.2.2. Személygépjárművek

A dízelmotorok jelentősége az utóbbi években folyamatosan nőtt, amit számos tényező elősegített, többek között a viszonylag alacsony fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás, a csökkentett károsanyag-emisszió és a turbófeltöltős, nagy fordulatszámú dízelmotorok kiemelkedő teljesítménye. Ezek a motorok akár 5000 1/min fordulatszámot is elérhetnek, és literenkénti teljesítményük 40 kW/l. A motorok lökettérfogata körülbelül 1-4 liter között mozog, és általában négy, vagy hat hengert tartalmaznak. A turbófeltöltés nemcsak a teljesítményt növeli, hanem javítja a teljesítménytömeget is, emellett biztosítja a megfelelő oxigénfelesleget az égéstérben. A kipufogógázok energiáját felhasználó turbófeltöltő a beszívott levegőt 0,4-0,8 bar túlnyomásra sűríti, mielőtt az a hengerekbe kerül. Az elősűrített levegőt a telepített töltőlevegő-hűtő lehűti, ami lehetővé teszi a további tüzelőanyag befecskendezését. Ezek a megoldások jelentős mértékben hozzájárulnak a motorok teljesítményének növeléséhez. A kis dízelmotorok szénhidrogén (CH), szén-monoxid (CO), nitrogén-oxid (NO) emissziója jelentősen alacsonyabb, mint az azonos lökettérfogatú, nem katalizátoros benzinmotoroké. Személygépkocsik esetében a nagyobb motorok károsanyag-kibocsátásának csökkentésére

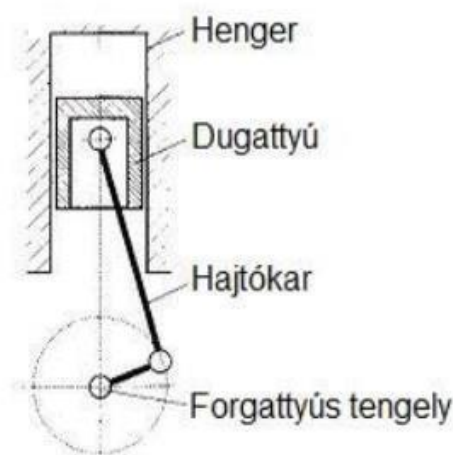
kipufogógáz-visszavezető rendszereket integrálnak. A koromkibocsátás mértékének csökkentésére hatékony megoldásként szolgálnak a megfelelően megtervezett befecskendezőfűvókák, kedvező formájú égésterek, magas befecskendező-nyomás, valamint a turbófeltöltő, mely a kipufogógázok energiáját használja fel a friss levegő beszívására és sűrítésére.

2.3. Dízelmotor felépítése

A dízelmotorokról általánosságban elmondható, hogy négy fő elemből és különböző segédberendezésekből áll:

- motortömb,
- forgattyús mechanizmus,
- befecskendező rendszer
- szelepvezérlés.

Valamint a segédberendezések. A fentiekben említésre került, hogy a 90-es években a dízelmotorok fejlesztése során nagy újdonságok jelentek meg, ezek pedig sikeresnek bizonyultak. A Common-Rail (közös nyomócsöves) motorok fajlagos nyomatéka korábban soha nem tapasztalt szintet ért el. Sikeresnek könyvelhető el a motor kulturáltabb járása, teljesítménynövekedés, ami az eddigieknél jóval sportosabb vezetési feltételeket kínált, kedvező hajtóanyagfogyasztás, csökkenő károsanyag kibocsátás. Ez nagyon sok pozitívum, de ennek megvolt az hátulütője is. A dízelmotorok elvesztették egyszerűségüket, jóval hajlamosabbak lettek meghibásodásra, ami az új, bonyolultabb rendszer megjelenésének következménye. A hibafeltáráshoz már diagnosztikai eszközökre, szaktudásra és műszerek ismeretére volt szükség.



1.ábra: Forgattyús mechanizmus részei

A dízelmotor csak levegőt szív be, amelyet összesűrit. Amikor a magas hőmérsékletű levegőbe gázolajat fecskendeznek, az önmagától meggyullad. A dízelmotoroknál a gyulladás spontán módon történik, abban a pillanatban, amikor az üzemanyagot befecskendezik az égéstérbe. Az alábbi feltételek együttes fennállása szükséges a hatékony üzemanyag-égés eléréséhez: A levegő hőmérsékletének a befecskendezés pillanatában magasnak kell lennie, amit a motor által létrehozott sűrítési folyamat révén lehet biztosítani. A gázolajat rendkívül magas, nyomáson kell befecskendezni, hogy megfelelő porlasztást érjünk el. Ez a porlasztás elősegíti az üzemanyag öngyulladását és teljes égését. A gázolaj magas forráspontú és könnyen gyulladó tulajdonságú anyag, amely megfelelő körülmények között gyorsan ég el. Léteznek kettő és négy ütemű motorok, utóbbi elterjedt igazán. Működésük négy ütemre bontható le.

1.Szívás:

A motor szívószelepe kinyit, eközben a dugattyú a felső holtpontból az alsó holtpontba mozog. A dugattyú lefelé mozgása során vákuum keletkezik, így beszívva a levegőt a hengerbe. Célunk a levegő bejuttatása a hengerbe, ami a tüzelőanyag elégetésére szolgál. A kipufogószelep zárva van.

2.Sűrítés:

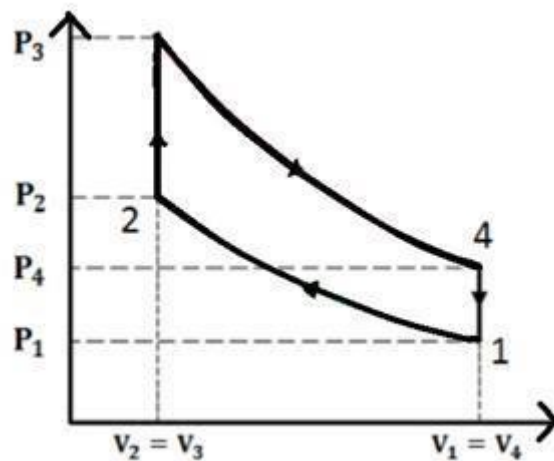
A dugattyú az alsó holtpontból a felső holtpont felé mozog, mind a szívószelep, mind a kipufogószelep zárva van. A dugattyú összesűriti a hengerben lévő levegőt olyan mértékben, hogy nő a nyomása és hőmérséklete. A cél elegendő hő létrehozása az üzemanyag elégetéséhez.

3.Kiterjesztés:

Ebben a fázisban az üzemanyagot befecskendezzük a hengerbe, ami a forró, összenyomott levegővel érintkezve meggyullad. A felszabaduló hő megnöveli a gázok nyomását így lefelé mozgatva a dugattyút. A folyamat során az égésből származó energia mechanikai munkává alakul, ami a dugattyút mozgatva, ami a főtengely forgatja.

4.Kipufogás:

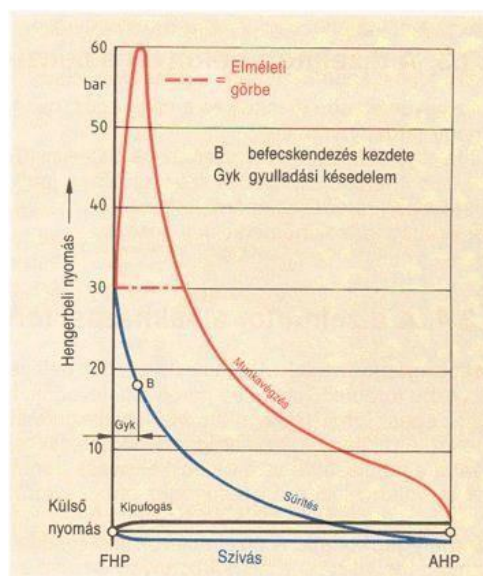
A dugattyú eléri az alsó holtpontot, majd újra felfelé mozdul. Eközben a kipufogószelep kinyílik, és a dugattyú felnyomja az elégett gázokat a hengerből a kipufogórendszeren keresztül, szívószelep zárva van. A ciklus ezután újból kezdődik.



2.ábra: Diesel-körfolyamat P-V diagrammon

A dízelmotorok befecskendezése a következő módon zajlik: a hajtóanyag nagy része csak akkor jut a henger belsejébe, miután az előzőleg befecskendezett üzemanyag teljes mértékben meggyulladt. „A befecskendezés pillanatától az öngyulladásig eltelt idő a gyulladási késedelem; ennek értéke rendes körülmények között kb. 1/1000 s. Nagyon finom porlasztás és nagyon nagy gyulladási hajlamú tüzelőanyag esetén ez az idő rövidebb. A tüzelőanyag gyulladási készségét a cetánszám adja meg. Annál nagyobb a cetánszám, minél hajlamosabb a gyulladásra a tüzelőanyag. Ha túl nagy a gyulladási késedelem, pl. hideg motor, rossz porlasztás, kis sűrítési véghőmérséklet vagy nehezen gyulladó (kis cetánszámú) tüzelőanyag esetén, akkor ez okozza az ártalmas dízelkopogást.” (forrás: Bukovinszky Márta: Diesel motorok felépítése és működési elve I.)

Az indikátor diagram szemlélteti nekünk a nyomást a dugattyú elmozdulásának függvényében.



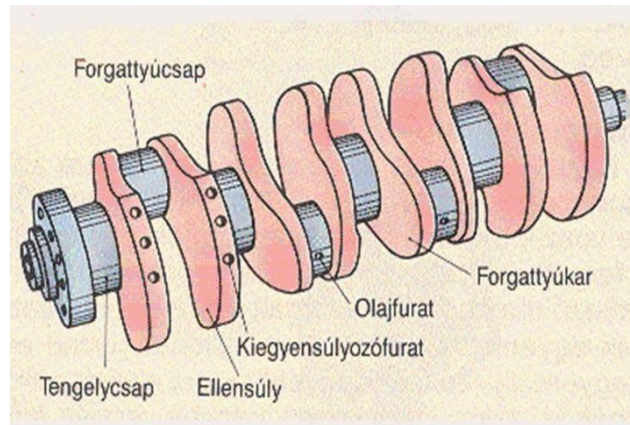
3.ábra: 4 ütemű dízelmotor indikátordiagramja

2.3.1. Turbófeltöltés

A turbófeltöltő funkciója az, hogy a motor hatékonyságát és teljesítményét növelje azáltal, hogy sűrített levegőt juttat az égéstérbe, lehetővé téve az égéshez szükséges nagyobb mennyiségű oxigén jelenlétét. Az égéstérben történő hatékonyabb égés több üzemanyag elégetését teszi lehetővé, ami jelentős teljesítménynövekedést eredményez a motor hengerűrtartalmának növelése nélkül. Két fő komponensből áll: a kipufogógáz által meghajtott turbina, illetve az ezt a forgási energiát felhasználó légsűrítő. A motorból távozó kipufogógázok energiája forgatja meg a turbinát, amely mechanikai energiát közvetít a légsűrítő felé. Ezáltal oxigéntartalmat biztosít az égésfolyamathoz, amely fokozza az üzemanyag hatékonyabb elégetését. Manapság már minden új dízelmotornál megtalálható a turbó alkalmazása. „Szintén egyre gyakoribbak az ikerturbó rendszerek. Ezek két, egymás után (sorosan) elhelyezett, eltérő átmérőjű turbófeltöltőt alkalmaznak: a kisebbik könnyen felpörögve kis fordulatszámon is biztosít turbónyomást, míg a nagyobb turbinakerékkel szerelt turbó nagy fordulatszámon több levegőt szállít, ezáltal nagyobb hatásfok-növekedést képes elérni.” (forrás: Vezess: Turbófeltöltő)

2.3.2. Forgattyús tengely

A forgattyús tengely, más néven főtengely, alapvető szerepet játszik a motor működésében, mivel feladata a dugattyúk alternáló, lineáris mozgásának forgó mozgássá alakítása. A hajtórúderőből forgatóerőt, és ezzel együtt forgatónyomatékot hoz létre. Ennek nagyobb része a tengelykapcsolóhoz jut, a lendítőkeréken keresztül. A kisebb részét a motor segédberendezéseinek működtetésére használják, beleértve a szelepvezérlést, az olajszivattyút, a gyújtáselosztót, a tüzelőanyag-ellátó rendszert, a hűtőelemeket, valamint a generátort. Jellemzője, hogy kovácsolt acélból, vagy öntöttvasból készítik. A forgattyúcsapok között csapágyakat találunk, ennek oka, hogy beszerelésével akadályozni lehet a dugattyúerők által okozott kihajlást. Ellensúlyokat is helyeznek el rá, mivel a nagy tömegeket ellensúlyozni kell, a forgatónyomaték ingadozásait pedig csökkenteni. Ennek a helye a forgattyúkarok végein található.



4.ábra: Forgattyús tengely felépítése

2.3.3. Hajtórúd

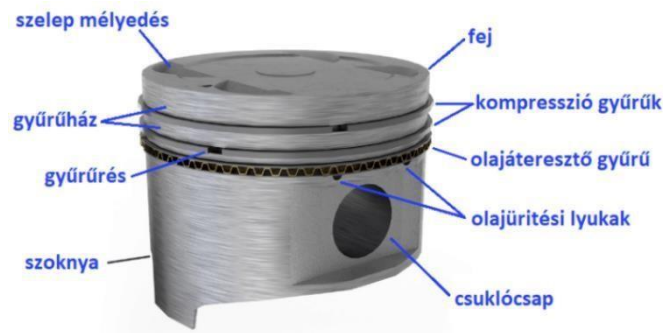
Általában kovácsoltvasból, acélöntvényből gyártják, míg különleges motorok esetében speciális alumíniumötvözeteket alkalmaznak. Ezek az anyagok a nagy szilárdságot és a kiváló hőállóságot biztosítják, amelyek elengedhetetlenek a motor optimális működéséhez és hosszú élettartamához. Dizelmotorokban nagy csapágyátmérővel rendelkeznek, tudniillik a főtengelycsapokat nagyobb keresztmetszetre tervezték a nagy igénybevétel miatt. Így, a hajtórúdfej ferde osztású. Az elválasztófelületek 90 fokos fogazással készülnek, hogy a hengeren keresztül lehessen kiszerelni ezen alkatrészeket. A hajtórúd általában két részből áll, amit a forgattyús tengely csapjához való csatlakozás igénye tesz szükségessé. Ehhez a csatlakozáshoz a csapágyperselyt is két részből készítik. Annak érdekében, hogy ezek a részek ne fordulhassanak el a helyükön, mindkét félen egy kis kihajlított rész található, amelynek megfelelő helyet alakítanak ki a hajtórúd testében.



5.ábra: Hajtórúd felépítése

2.3.4. Dugattyú

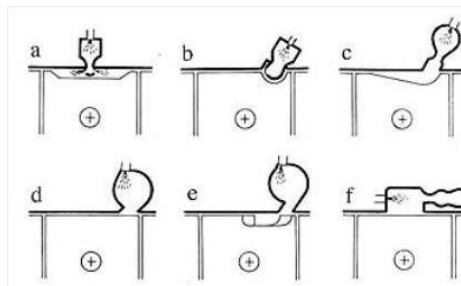
A dugattyú egy henger alakú alkatrész, melynek feladata a henger térfogatának változtatása, valamint haladó mozgás végzése a hengerbe érkező levegő-tüzelőanyag robbanását felhasználva. Az őt körülvevő henger furatában található meg. Alumíniumból készítik, mivel könnyűnek és olcsónak kell lennie. A dugattyú teteje lehet sík, homorú vagy domborodó, alkalmazkodva a sűrítési tér alakjához és a szelepekhez.



6.ábra: Dugattyú felépítése

2.3.5. Égéstér kialakítások

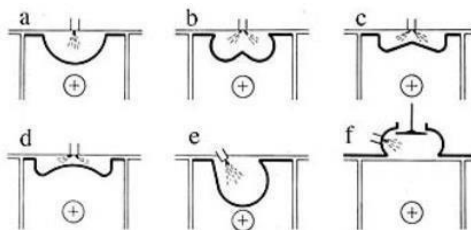
Egy dízelmotor égésterére osztott vagy osztatlan kialakítás jellemző. Korábban logikusabbnak tűnt az osztott égéstér használata, mivel itt nem alapvető feltétel a precíz porlasztás.



7.ábra: Osztott dízelmotor égésterek

Ennek a megoldásnak fontos része az előkamra. Az egész égéstér körülbelül harmadát teszi ki, itt kezdődik meg a hajtóanyag begyulladása, és a kialakuló nyomás fogja továbbítani az expandáló gázt, amelynek nem égett még el az egésze. Ezután oxigénnel találkozáva ez megváltozik, mivel magas a hőmérséklet és a nyomás is.

Ma már azonban teljesen elhagyták ezeket a megoldásokat, mivel lehetőség nyílt nagyobb égési sebességre és jobb fajlagos teljesítményre. Erre az osztatlan égéstér alkalmasabb.



8.ábra: Osztatlan égéstér kialakítások

Mind a benzines, mind a gázolaj üzemű erőforrásoknál manapság már ez a kialakítás jellemző.

2.3.6. Befecskendezés

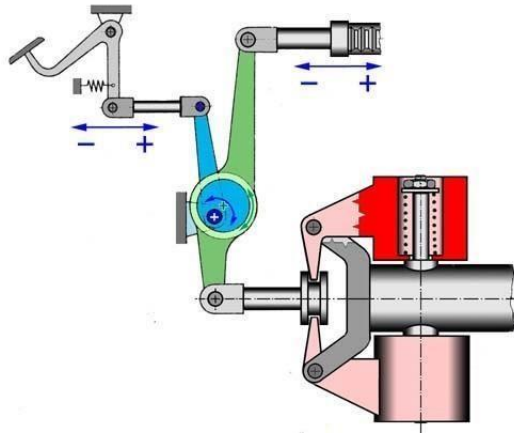
A befecskendezési eljárások főbb céljai a következők:

- A befecskendezés pontos időzítése (időpontja és tartama),
- A befecskendezési nyomás szabályozása,
- Az üzemanyag finom porlasztása,
- A keverék egyenletes eloszlása a hengerben.

A dízelmotorokban a befecskendezési rendszerek több típusa létezik, amelyek a fejlettségük alapján különböznek. Létezik a mechanikus befecskendezés, melynél hagyományosan mechanikus komponensek dolgoznak, például a szivattyúk és a porlasztók. Manapság az elektronikusan történő szabályozás jellemző, ahol ilyen módon az injektorok gondoskodnak a precizitásról és a rugalmasságról, továbbá javítva a motor hatásfokát, csökkentve a károsanyag kibocsájtást.

2.3.7. Adagolószivattyúk és magasnyomású szivattyúk

A múltban a fogasléces mechanizmus egy elterjedt megoldás volt a belső égésű motorok üzemanyag-adagoló rendszerében, amely lehetővé tette az adagológugattyú forgatását a dózis pontos szabályozásához. A fogasléc közvetlen kapcsolatban áll a gázpedállal, amely különböző rudazatok segítségével továbbítja a vezető beavatkozását a rendszerbe. A fogasléc módosítja az alapjáratot és behatárolja a maximális fordulatszámot. Ezeket centrifugális szabályozóval érzékelik.



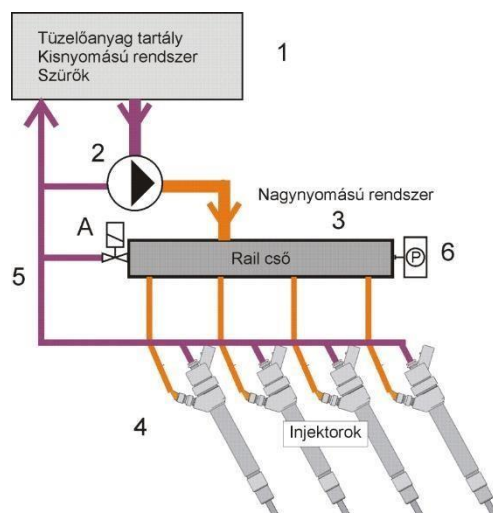
9.ábra: Centrifugális szabályozó felépítése

A gázpedál és a fogasléc közötti kapcsolat egy kiegyenlítő mechanizmussal van kiegészítve, amely lehetővé teszi a fogasléc finom mozgását. Ha a vezető lenyomja a gázpedált, úgy módosul az adagolási beállítás, és képes a motor fordulatszámához igazítani az üzemanyag mennyiségét.

A technológia fejlődésével pontosabb, gyorsabb és magasabb nyomású befecskendezéshez a forgóelosztós adagolók és a magasnyomású szivattyúk megjelenése teremtett lehetőséget. Manapság a Common-rail rendszer jellemző a dízelmotorokra.

2.3.8. Porlasztó

Feladata az adagoló által érkezett üzemanyagot befecskendezni a munkahengerbe. Kialakításuk egyszerű, a bejutott gázolaj megemeli a dugattyút ezáltal pedig továbbjut a tüzelőanyag. A fejlesztések odáig jutottak, hogy az adagolót és a porlasztót egybeépítették, így elkerülve a két alkatrész között lévő csövekben kialakuló kellemetlen jelenségeket, folyadéklengéseket. A Common-rail rendszer lényege, hogy egy szivattyú segítségével nagyon magas nyomást állítanak elő egy cső alakú térben, innen jut a porlasztókig. Ez a nyomásérték 2500 bar is lehet. A számítógépes elektronika érzékeli, hogy mikor nyissanak, avagy zárjanak a porlasztók. A befecskendezési nyomásértékek nagyságát is biztosítja, ami környezetvédelmi szempontból, mondhatni a részecske-kibocsátás szempontjából fontos, ezenkívül jobb fogyasztást és teljesítményt kínál. A befecskendezett üzemanyag mennyisége az elektronikus vezérlés segítségével történik, figyelembe véve a motor fordulatszámát és terhelését, a gázolaj és hűtővíz hőmérsékletét, beszívott levegő mennyiségét.



10.ábra: Common-rail rendszer felépítése

2.4. Mi miatt használódhat el egy motor?

A motor elhasználódásának egyik észrevehető jele a teljesítmény csökkenése vagy a szabálytalan működés. Ez gyakran a hengerekben kialakuló nem megfelelő kompresszióra vezethető vissza. A kompresszió csökkenését különböző tényezők okozhatják, mint például a szelepek hibás zárása, valamint a tömítések műszaki állapotának romlása. A motor hengerterének tömítetlensége alapvetően meghatározza, hogy mekkora munka nyerhető ki a motorból, mivel a kompresszió megfelelő fenntartása szükséges az optimális égési folyamat biztosításához. A motor műszaki állapotának pontos felmérése érdekében diagnosztikai vizsgálatok alkalmazhatók, amelyek megbízható információkat nyújtanak a motor működéséről. Az ilyen vizsgálatok alapján pontosan meghatározható a motor általános műszaki állapota és szükség esetén javítási vagy karbantartási beavatkozásokat lehet végezni a további teljesítményromlás megelőzése érdekében.

2.4.1. Kenőolaj hatása a motor elhasználódásra

A kenőolaj kritikus szerepet játszik a motor működésében és élettartamában. Ahhoz, hogy használathoz a megfelelő motorolajat válasszuk ki, néhány dolognak utána kell járnunk. Az olaj minőségéből nem szabad a gyári előírásnál lejjebb adnunk, hosszútávon meghatározó lesz, ha nem megfelelő minőségű és viszkozitású motorolaj mellett döntünk. A kenőolaj tulajdonságai közé tartozik, hogy idő előrehaladtával szennyeződik, elveszíti a kenőképességét. Minden gyártó meghatároz egy adott motorolajcsere-intervallumot, azonban gépjárműveknél érdemes 10 ezer kilométerenként, traktoroknál 250 üzemóránál egy olajcserét beiktatni. Az olaj kenőképességét a belekerült tüzelőanyag is ronthatja. Télen hidegindítózásnál, többszöri próbálkozásnál a befecskendezett tüzelőanyag az olajteknőbe jut. A kenőolajba került gázolaj magas üzemi hőmérsékletnél sem távozik el, felhígítja az olajat, csökkentve a viszkozitást.

Így a kenőolajréteg elvékonyodik, előidézhethet motorolaj nyomáscsökkenést. A kenőolaj adalékanyagai védőréteget tudnak képezni a fémfelületeken, így megakadályozva a korrózió és rozsdásodás kialakulását. A motor belső részei sűrűn találkoznak nedves felületekkel, égéstermékkel, mely korróziót idéz elő. A tömítések hatékony működésére is pozitív hatással van a megfelelő kenési képesség megléte. A dugattyúgyűrűk és a hengerfal közötti résbe behatolva a gázok szivárgására nincs lehetőség, növelve a motor hatékonyságát. A motor hűtése során hő keletkezik, a kenőolaj pedig segít ennek a keletkezett hőnek az elvezetésében, így megakadályozva az alkatrészek károsítását és deformációját. Fontos szerepet játszik a tisztításban is, kopásból származó fémreszecskeket, kormot szállít el az alkatrészek közül. A motorolaj folyamatosan kering a rendszerben, az olajsűrűhöz jutva pedig megszűrésre kerül, tisztán tartva a motor belső részeit. Fontos szerepet játszik a tisztításban is, kopásból származó fémreszecskeket, kormot szállít el az alkatrészek közül. A motorolaj folyamatosan kering a rendszerben, az olajsűrűhöz jutva pedig megszűrésre kerül, tisztán tartva a motor belső részeit. A gázolaj magas kéntartalma lerakódást okozhat a hengerpersely falán, innen pedig az olajba jutnak. Elmondható, hogy a kéntartalmú vegyületek megtámadják az olajat és lerakódást okozhatnak. A motor üzeme során ellenőrizni kell az olajnyomást. A motor kopása során az olajnyomás csökken, ezzel párhuzamosan az illesztési hézagok, rések tágulnak, megnőnek.

2.4.2. Hűtés hatása a motor elhasználódására

A motor hűtése alapvető szerepet játszik a motor elhasználódás lassításában és az élettartam növelésében. A nem megfelelő hűtés vagy a túlmelegedés számos olyan problémát idézhet elő, amelyek gyorsítják a motor kopását. Az alábbiakban bemutatom, hogyan hat a hűtés a motor elhasználódására. Amennyiben a motor túlmelegszik, a fém alkatrészek, mint például a hengerfej, a dugattyúk és a hajtórudak túlhevülhetnek és deformálódhatnak. A hő hatására a fémek kitágulnak, ami alakváltozást eredményezhet, így az alkatrészek nem illeszkednek megfelelően, ami súrlódáshoz és gyorsabb kopáshoz vezet. A tömítések, például a hengerfejtömítés elveszítheti rugalmasságát, vagy akár át is éghet. Szivárgás fog megjelenni, mely további problémákat idéz elő idő előrehaladtával. A túl magas hőmérséklet a motorolajra is negatív hatással van. Ez az állapot kritikus esetben a motorolaj viszkozitását csökkenti, kenési képességére van negatív hatással. A motor hűtőrendszerének feladata az optimális üzemi hőmérséklet fenntartása, amely lehetővé teszi, hogy a motor alkatrészei hatékonyan és megfelelően működjenek. Az ideális hőmérsékleten a kenőanyag viszkozitása megfelelő, az alkatrészek pontosan illeszkednek, és a hőtágulás egyenletes. Mindez hozzájárul a súrlódás és kopás csökkentéséhez, így növeli a motor élettartamát. A nem megfelelő hűtés előidézhethet problémát a motorokban. Ahhoz, hogy a hőegyensúlyi állapot beálljon, és a kívánt

határok között mozogjunk, az alábbi folyamatnak kell megtörténnie. Értelmszerűen a tüzelőanyag elégetése közben az égésterben lévő alkatrészek melegedni fognak. A megfelelő hűtés során hőt vonunk el ezektől az alkatrészekről. A túlhűtés is veszélyes lehet, mivel a vízgőz a hengerfalon lecsapódhat és ez az elegy a kénes égéstermékkel egy maró anyagot tud képezni, amely korróziót okozhat. A hűtővízből a motor használata során vízkő rakódik le mind a motorban, mind a hűtőben. Ez rontani fogja a megfelelő hőátadást, ami túlmelegedést eredményez. Kialakulhat még a túlmelegedés nem megfelelő mennyiségű víz, vagy vízszivattyú meghibásodás esetén.

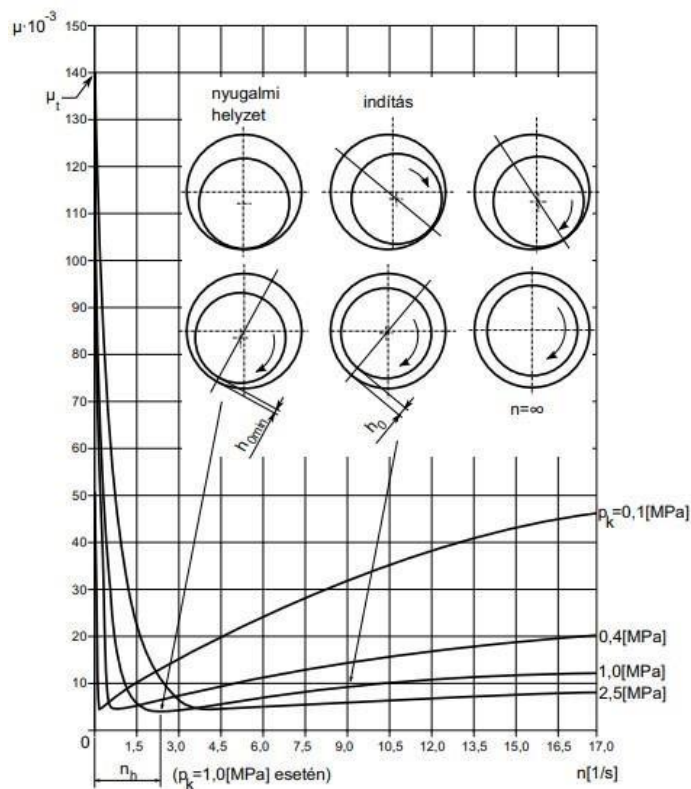
2.4.3. Kopás hatása a motor élettartamára

A kopás is jelentős hatással van a motor elhasználódására és élettartamára. Az alábbiakban bemutatásra kerülnek a motor különböző alkatrészeire a hosszútávú, nagymértékű kopás hatása, következménye. A hengerfalak és a dugattyúgyűrűk kopása csökkenti a motor kompresszióját, ami rontja a teljesítményt és hatékonyságot. A kopott gyűrűk nem tömítenek megfelelően, ami okozza az olajfogyasztást és az égéstermékek olajba jutását. Ez növekvő üzemanyagfogyasztást, károsanyag-kibocsátást, alacsony teljesítményszintet eredményezhet motorunknak. A szelepek és a szelepülések kopása rontja a motor tömítettségét, ami gyengíti a kompressziót és az égés hatékonyságát. A kopott szelepek miatt a motor nehezebben indulhat, és durvábban működhet. Ennek következménye lehet a megnövekedett károsanyag-kibocsátás mellett, a rosszabb üzemanyag hatékonyság. A vezérműlánc vagy szíj kopása és nyúlása pontatlanná teheti a szelepvezérlést, ami a motor teljesítményének és hatékonyságának csökkenését eredményezi. Emellett a vezérműszíj szakadásának kockázata is nő, ami súlyos motorhibát okozhat.

A főtengely és a vezérműtengely csapágyainak kopása lazaságot okozhat, ami csökkenti az olajnyomást és növeli a súrlódást. Ez a csapágyak további károsodásához és a motor meghibásodásához vezethet. Megnövekvő mechanikai zajokkal, valamint esetleges motorhibát is okozhat.

A legnagyobb mechanikai igénybevételnek kitett alkatrészeken jelenik meg leghamarabb, vagy pedig legnagyobb mértékű kopás. Természetesen ez a motoroknál a dugattyúgyűrűket és a hengerperselyt fogja jelenteni. A dugattyúgyűrű és a hengerpersely kopása elsősorban kenési problémák miatt következik be. Amikor a dugattyú az alsó holtpont felé halad, az olajlevezető gyűrűk eltávolítják a futófelületen lévő olaj egy részét. A megmaradó olajrétegnek elegendő kenést kell biztosítani a kompressziógyűrűk számára. Ha a két felület között tiszta folyadéksúrlódás marad fenn, a kopás minimális lesz. Ha ez a folyadékréteg megjelenik

valamilyen szinten, de nem az egész felületen, akkor vegyes súrlódás fog bekövetkezni, amely kopással jár, ez a helyenként előforduló fémes érintkezésnek köszönhető. Ha ez a folyadéksúrlódás nem áll fenn, akkor tiszta kopást tapasztalunk. Az alábbi folyamatot az első ábrán található Stribeck-diagram tökéletesen leírja.



11.ábra: Stribeck-diagram

A hengerpersely kopása függ attól is, hogy milyen fajta porszemcsék jutnak be a motorba. A bejutása szinte elkerülhetetlen, de ha növényi szálakat vagy pollent hasonlítunk össze például homokkal, akkor előbbivel kisebb mértékű kopás következik be. A pormennyiség bejutásának szabályozása a levegőszűrő megfelelő intervallumú cseréje hozhat megoldást, mely minden motorolaj cseréjének időpontját jelenti.

Ahhoz, hogy megvizsgáljuk a kopás tényleges értékét, diagnosztikára van szükség. A kopás következménye az előbb említett motorteljesítmény csökkenése, vagy „dadogós” járás. Ahhoz, hogy mi is a pontos probléma, meg kell vizsgálnunk a dugattyú és a hengerpersely között gázátjutás mértékét és a szelepszárás minőségét. Utóbbi esetben kompresszió végnyomást kell vizsgálnunk.

2.5. Mérési eljárások

2.5.1. Kompresszió mérés

Az alábbi hibafeltáró műveletnél a tömitési rendellenességeket vizsgáljuk meg a hengereknél. A kompresszió mértéke a motorfordulatszámától és a üzemi hőmérsékletétől fog függeni. Az eljáráshoz a porlasztó furatába kell helyeznünk a műszert, miután azt kisereltük, és az indítómotort addig kell járatni, amíg az eszközünkön a mérőtű nem mozog tovább. A visszacsapó szelep nullázása után minden hengernél megismételjük az alábbi tevékenységet, és megkapjuk, hogy melyik henger kompresszió értéke különbözik a többitől.



12.ábra: Kompressziómérő berendezés

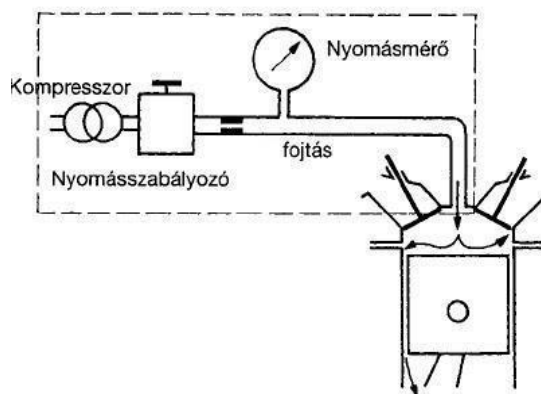
2.5.2. Nyomásvesztés mérés

A nyomásvesztés mérésnél hengerenként kiértékeljük a hengerek fojtását. A fojtásoknak két fajtáját különböztetjük meg: megengedett (gyűrűhorony, hengerhüvely között fojtás) és nem megengedett (szeleptányér).

Mérésünk alapfeltétele, hogy üzemmeleg motoron, kompresszióütemben végezzük, és hogy a szívó- és kipufogószelep is zárva legyen. Ez akkor történhet meg, ha a dugattyú a felső holtpont előtt áll. A nyomásvesztésmérő-műszer a nyomásszabályozó segítségével a hálózati levegőnyomást 2 bar értékre csökkenti. A szabályozott nyomású levegő áthalad az etalonfojtáson, majd belép a motor hengerterébe, ahonnan a fojtásokon keresztül távozik a szabadba. Az etalon- és motorfojtások sorba vannak kötve, így a nyomásmérő értéke az etalon és a motorfojtás közötti arány alapján áll be, 0 és 0,2 MPa közötti értéken. Meg kell említenünk, hogy a hengerpersely átmérője nagy szerepet fog játszani az eredményünk kiértékelésében. Ez azért van, mert minden motornál más ennek az értéke, nagyobb átmérő esetén a körgyűrű felület nagyobb lesz, több levegő tud elszökni, ennek következtetéseképpen pedig nagyobb százalékos nyomásesés engedhető meg.

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

13.ábra: Nyomásveszteség mérés kiértékelése hengerátmérő szerint



14.ábra: Nyomásveszteség mérő felépítése

A 13.ábra mutatja meg, hogy mely hengerpersely átmérőhöz milyen százalékos veszteség fogja meghatározni a besorolást.

2.5.3. Kartergáz mennyiség mérés

Kartergáznak a dugattyúgyűrűk és a hengerpersely között a forgattyúházba áramló gázt nevezzük. Kartergáz kibocsátása szinte minden motornak van, így elmondhatjuk, hogy egy adott értékig elfogadható mennyiségként könyveljük el ennek nagyságát. Új motoroknál ez az érték nem haladhatja meg a motorba jutó térfogatáram 0,5%-át. Mérése rotaméterrel vagy lebegőtestes áramlásmérővel történhet. A csőbe alulról érkező gáz a térfogatáram függvényében megemeli a lebegőtestet. A térfogatáram értékét az fogja megmutatni, hogy az elmozdulás értéke mekkora. Fejlettebb gépeken szenzor méri a kartergáz nyomást is, itt nem szükséges mérést végeznünk.

3. Motorfelújítás technológiája

3.1. Motorfelújítási technológiák

Ahhoz, hogy eldöntsük melyik fajta motorfelújítási technológiát tudjuk alkalmazni, meg kell vizsgálnunk az üzem felszereltségét, és a felújítandó fődarabok számát. A témába beletartozik a motorok felújításának folyamata és annak elvégzése.

3.1.1. Egyedi motorfelújítás

A felújításra szoruló fődarabok egyedi hibafelvételezés alapján végzett nagyjavítása olyan módon történik, amely biztosítja az alkatrészek összetartozását. A fődarab szétszerelését követően az alkatrészek megőrzik kapcsolatukat az eredeti fődarabbal a felújítás teljes folyamata során.

3.1.2. Személytelenített és folyamatos rendszerű felújítás

Fontos jellemzője, hogy a felújítási folyamat során a több egyforma fődarab és a hozzá tartozó alkatrészek egységességüket elveszítik. Megszokott, hogy a különböző alkatrészek a megmunkálás során összekeverednek más erőforrás darabjaival, ami azt jelenti, hogy személytelenné válnak. A szétszerelés után megfelelőnek minősített darabok az előkészítés során, a felújítandó alkatrészek pedig a javítási folyamatok során keverednek össze. A motorfelújítás folyamatos rendszerben zajlik, ahol az egyes fődarabok és alkatrészek felújítása előre meghatározott ütemben és egyedi hibafelvételezés alapján történik. Előny, hogy gyorsabb, mint egy egyedi motorfelújítás, viszont hátránynak tekinthetjük, hogy az ügyfél lényegében nem a saját motorját kapja vissza, hanem egy átlagos minőségű motort az összekevert alkatrészekből, melynek minősége nem egyezik meg a gyárral. Abban az esetben érdemes ezt a felújítási módszert alkalmazni, amennyiben egy adott szériában több egység felújítására van igény.

3.1.3. Cserefődarabos felújítás

Lényege, hogy a felújító üzem több erőforrással rendelkezik, és ezeket megfelelően forgatják. A folyamat során a meghibásodott erőforrás kiszerelesre kerül, és az üzemben összeszerelt erőforrást építik be. Mivel egy motorfelújítás több napot vesz igénybe, így kevesebb időt veszünk egy motor ki és beszerelésével.

3.1.4. Szükség szerinti felújítás

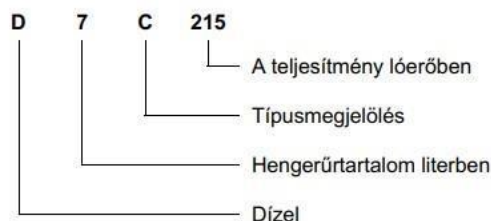
E folyamat során a kilométerfutást, vagy üzemórát vesszük megfigyelés alá, mivel minden alkatrésznek más az elhasználódási ideje. Így, amint elfárad egy alkatrész, cseréljük.

3.1.5. Korszerűsített felújítás

A korszerűsített motorfelújításhoz fejlett berendezésekre van szükség és ehhez megfelelő gépparkra. Ez a fajta eljárás ötvözi az egyedi és a személytelenített felújítási módszer előnyeit. Nem keverednek össze az alkatrészek, súrlódó párok, így elérhetővé válik a hosszabb kilométerfutás és a jobb megbízhatóság, annak köszönhetően, hogy a motoralkatrészek együtt maradnak. Rendelkezésre áll egy technológiai sorrend, amelyet követünk, így termelékenyebbek lehetünk. Vannak alkatrészek melyek kopás, vagy nagy megtett kilométerfutás során elhasználódnak, ezzel váratlan meghibásodást okozva. Ezeket hibafelvétel nélkül cseréljük, selejtezzük, nem fordítunk rá több munkát és pénzt. Ennek a módszernek az alkalmazása során elérhetjük a gyári élettartamot, így előnyei közé sorolhatjuk, hogy növekszik a megbízhatóság, és csökken az élőmunka.

3.2. Volvo D7C motorcsalád

A dolgozatomban szereplő Volvo motor a D7C motorcsalád tagja, pontos megnevezése Volvo D7C 275. A D7C sorozatot 6 álló hengerű motortípus alkotja. Minden változat turbó-töltőkompresszorral és 2 hengerfejjel rendelkezik, melyek 3-3 hengert fednek. A hengerűrtartalma 7140cm³.



15.ábra: Motortípus megjelölése

Motortípus	Teljesítmény (LE)	Teljesítmény (kW)
D7C 215	215	158
D7C 250	250	184
D7C 290	290	213
D7C 310	310	228
D7C 275(USA kivitel)	275	205
D7C 300(USA kivitel)	300	224

1.táblázat: D7C motor teljesítmények 2200 rpm fordulatszámon

Hengerek száma	6
Hengerek furatátmérője	107,00 mm
Henger lökethossza	135mm
Kompresszióarány	19,5:1
Gyújtási sorrend	1-5-3-6-2-4
Tömeg	750kg
Legnagyobb hosszúság	1,140mm
Legnagyobb szélesség	763mm
Legnagyobb magasság	1,005mm

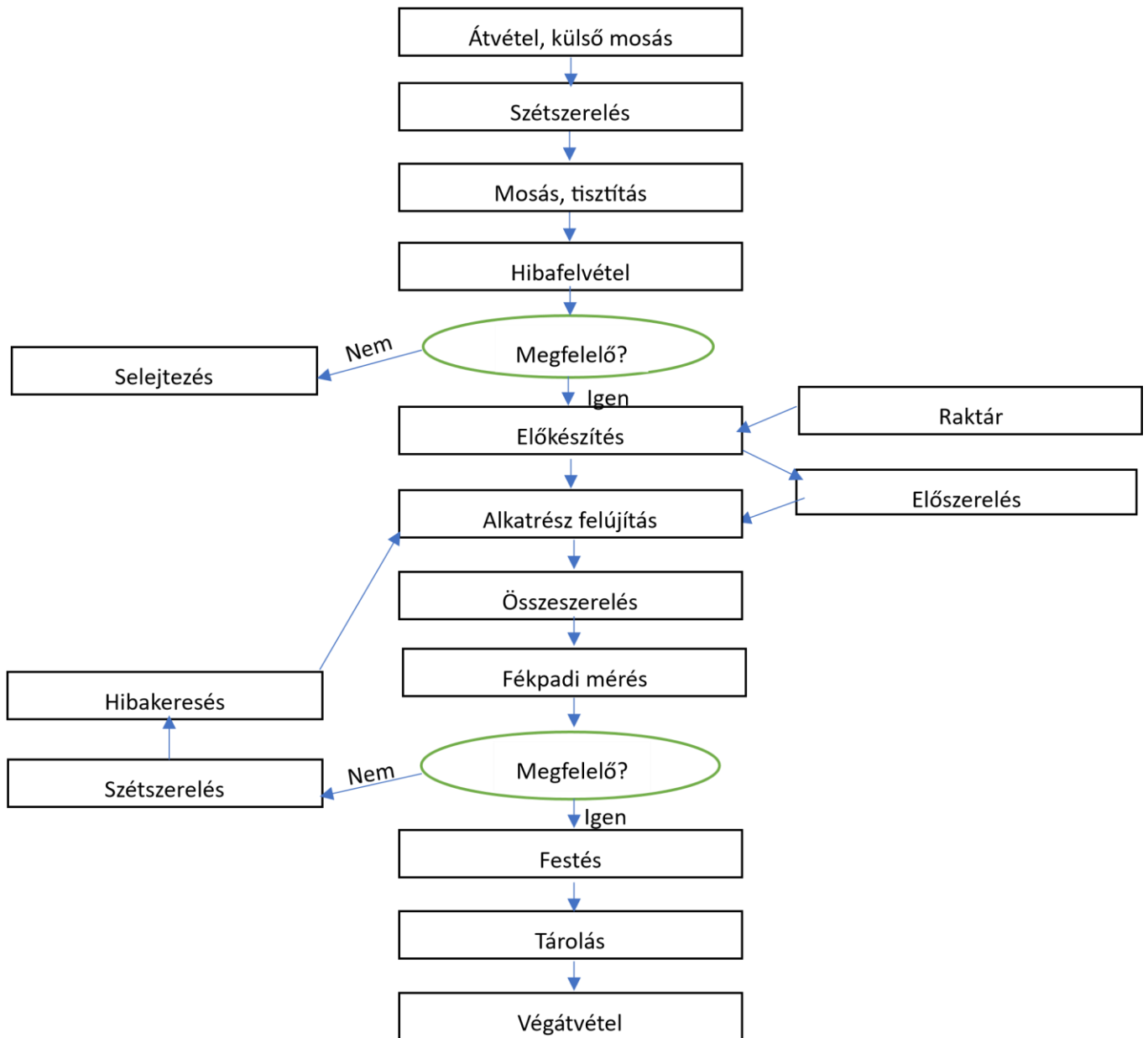
2.táblázat: D7C 275 műszaki jellemzői



16. ábra: Volvo D7C 275 kiszerelt állapotban, hibafeltárás előtt

3.3. Motorfelújítás folyamata

A feladat megoldáshoz a korszerűsített felújítási technológiát javasoltam, melynek lépései során különös figyelmet kell fordítani az alábbiakra.



17.ábra: Korszerűsített motorfelújítás folyamata

A beérkezést követően fényképeket készítünk a motorról több szögből, megjelöljük az ügyfél nevével és a dátummal. Ezeket bevisszük a számítógépes adatbázisba. A motor mosása a felújítási folyamat során kulcsfontosságú lépés. El kell távolítanunk a port, olajsarat, az elektromos berendezéseket természetesen leszedjük. A külső részével kell kezdeni, amihez nagynyomású vízsugarat és oldószert használunk. Ez le fogja oldani nekünk a zsírt is. Ezután a belső részekhez haladunk, ahol a víztér kitisztítása a feladatunk. A motor hűtőfolyadék szivattyújához csatlakoztatjuk a vezetékét. A vízköoldást 20 fokon végezzük 30 percen

keresztül, az erős savas oldat eltávolítja a vízkövet, az áramlás pedig elszállítja. Következő lépés az öblítőfolyadék használata, ami tiszta, langyos víz, de ezt csak néhány percig kell alkalmaznunk. A motort innen a szétszereléshez elszállítjuk.

A motor szétszerelésének lényege, hogy alkatrészeire bontsuk az erőforrást, annak érdekében, hogy egyesével megvizsgáljuk, hogy hol van a probléma. Ügyelnünk kell arra, hogy ne okozzunk sérülést az alkatrészeinkben, megkönnyítve így az összeszerelést a későbbiekben. Le kell szerelnünk a segédberendezéseket, például a vezérműszíjat, vízpumpát. Leengedjük a motorolajat, hűtőfolyadékot. Fontos a hengerfej csavarjainak megfelelő sorrendben történő meglazítása és eltávolítása, hogy ne sérüljön a tömítés, vagy maga a hengerfej.

Fontos a dokumentáció, az alkatrészeket csoportosítani fogjuk, olyan szempontól, hogy hibafelvételezendő vagy pedig egyből cserére szorul. Ezeket összegyűjtjük, és tároljuk. Az alkatrésztisztítás is fontos folyamat, mivel hatással lesz az összeszerelésre, a hibafelvételre, az ellenőrző mérésekre és természetesen az üzemet is tisztán kell tartani. Valamely alkatrészeken koromlerakódás található, például a motorok égésterén és a szelepeken. A szennyeződések eltüntetéséhez fejlett berendezésre van szükség. Létezik kémiai-mosószeres, valamint mechanikai tisztítás is.

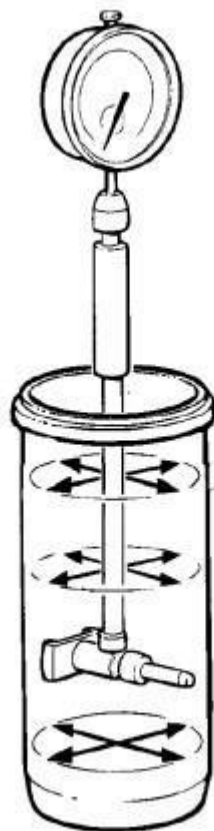
Előbbire alkalmas a tisztító kamra: itt az alkatrészeket a kosárba tesszük, majd lezárjuk ezt. Itt lúgos mosószerrel használunk nagy nyomású vízszugárral, az idő hosszát is be tudjuk állítani. A kamrában ezután történik az öblítés tiszta vízzel. A kisebb alkatrészeket -amelyek elmosásához precizitás és odafigyelés szükséges- Brigécióban ecseteléssel tisztítjuk, majd öblítjük.



18.ábra: Alkatrészek mosására alkalmas tisztító

Utóbbira megfelelő lehet a szemcsefúvó berendezés és a fúrógépbe fogott drótkefe. A szemcsefúvó sűrített levegővel dolgozik, itt egy pisztollyal tudjuk a szemcséket a felületre juttatni. A szemcsék tartalmaznak fémeket, kvarcot. Egy speciálisan beépített kesztyű segítségével meg tudjuk fogni a benti alkatrészt, így a zárt tér adott a tökéletes végeredményhez. Injektorok, porlasztók és további érzékeny alkatrészekhez ultrahangos tisztítás szükséges. Itt egy ultrahangos fürdőt alkalmazunk, ahol magas frekvenciájú hanghullámok segítségével apró buborékok keletkeznek. Ezek a buborékok belehatolnak a legkisebb résekbe és alaposan megtisztítják az alkatrészeket anélkül, hogy károsítanák őket.

A hibafelvétel lehetővé teszi az alkatrészek állapotának pontos felmérését. A hibafelvételre érkező alkatrészeknek alapvető feltételük, hogy tiszták legyenek. Az illeszkedő felületeken nem maradhat tömítés. A repedéseket, karcolásokat, égési nyomokat megvizsgáljuk szemmel, de például a dugattyúk átmérőjének ellenőrzésére tolómerőt, furatméret ellenőrzéséhez indikátor órát használhatunk, így kiderül, hogy tűréshatáron belül vannak-e. Alkalmazhatunk acél alkatrészeknél repedésvizsgálatot, csapágyaknál keménységmérést. A hengerfejet és a motorblokkot mérőasztalra tesszük deformáció és görbület jelenlétének ellenőrzésére.



19.ábra: Hengerhüvelyellenőrzése (kopás és ovalitás vizsgálat)

Vizsgálataink elvégzésével információt kapunk arról, hogy melyik alkalmas visszaszerelésre javítás nélkül, melyik javítható, és melyik menthetetlen. Amelyiket javítás nélkül visszaszereljük, azoknak a gyári paraméterekkel kell rendelkezniük. Minden selejtezendő, felújítandó alkatrészt feljegyezzük az adatbázisban, és árajánlatot küldünk az ügyfélnek- ha ő egy általunk nem megfelelő alkatrésznek visszaszereléséhez ragaszkodik, akkor nem érvényes a cég által normál esetben kínált garancia.

3.4. Alkatrészek felújítása

3.4.1. Szeleprugók

A szeleprugók ötvöztött rugóacélból készülnek. Folyamatos igénybevételnek vannak kitéve, minden motorfordulatnál kinyúlnak és összehúzódnak. Ha a motor hőmérséklete nagyobb a megengedettnél, akkor ezek a rugók elvesztik rugalmasságukat, eltörhetnek vagy megrepedhetnek. Ezt az állapotot a szennyeződések is előidézhetik, mivel folyamatosan érintkeznek az olajjal, és ha nem megfelelő a kenés, korróziót okozhat. A szeleprugók törése a berezgések hatása miatt is létrejöhet. Legtöbb esetben a szeleprugók hibáját meg lehet állapítani, ha alaposan meghallgatjuk a motor járását. Az elhasználódott szeleprugók kopogó és fémes zajjal jelentkeznek. A másik megállapítási mód a motor megvizsgálása nagy fordulatszámmal, hiszen a szelepek nem tudnak a rugók sérülése esetén gyorsan zárni, dadogó járást okozva. A motor szétszerelése után szemrevételezéssel információt kapunk az esetleges rugó repedéséről. Megvizsgáljuk a szerkezeti hosszát tolómérővel, mert, ha 10%-nál nagyobb az eltérés a gyári adathoz képest, akkor hibásnak számít. A rugóerőmérővel feladatunk megmérni azt, hogy mekkora erőt fejt ki a szeleprugó, ha összenyomjuk. Ha nem képes a szükséges ellenállást kifejteni, akkor selejtezzük.

	Külső szeleprugók	Belső szeleprugók
Terheletlen hossz(mm)	64,1	60,1
270N-310N terhelés mellett	48,6	-
110N-130N terhelés mellett	-	44,6

3.táblázat: Szeleprugók összenyomása

3.4.2. Szelepek

A szelepek ötvöztött acélból készülnek, feladatuk a friss levegő-tüzelőanyag keverék hengerbe juttatása, égéstermékek kipufogórendszerbe való juttatása. Így elmondható, hogy nagy hőterhelésnek vannak kitéve. Az eldeformálódott szelepek nem képesek ellátni tömítési feladatukat, az égéskor létrejövő gázok kijutnak az égéstérből. A szelepek nyitása és zárása közben az érintkezési felület a szelepfészek és a szeleptányér között elkopik, tömítettségi problémákat okozva idővel. Nagy hőhatás vagy anyaghiba jelenléte esetén a szelepek elszakadhatnak. Ahhoz, hogy a szelepek nem megfelelő működéséről kapjunk információt, a motor károsanyag-kibocsátását kell megvizsgálni. Gyakori esetben jelentkezik füstölés, vagy nehézkes a motor hidegindítása. A szelepek nem megfelelő zárása kompresszióvesztessel jár, csökkentve az erőforrás teljesítményét. Fékpádon erről információt kaphatunk. Szétszerelés után -a hengerfej leszerelésével- szemrevételezéssel észrevehető szeleptörésnél vagy deformálódásnál selejtezés mellett kell dönteni. Amennyiben javíthatónak tituláljuk, szemcseszóróval meg kell tisztítani, hiszen a koromlerakódást el kell távolítani minden esetben. Meg kell vizsgálnunk az egytengelyűséget, ezt prizmás mérőórával, a szelepszár átmérőt pedig mikrométerrel tesszük. A szeleptányérokat köszörüléssel javítjuk. Azonban, ha ezt az alkatrészt már többször javították, a tányér széle hegyessé válik, és nem tudja elviselni az igénybevételeket. A köszörülés során fontos, hogy az egytengelyűséget biztosítsuk, így a szelepet a száránál központosítani kell.

3.4.3. Szelepülés

A szelepülések anyaga általában öntöttvas vagy bronz, hozzáadnak króm és nikkelötvözeteket is a hő és kopásállóság érdekében. Ezen anyagok jó hőállósággal rendelkeznek, ami fontos a szelepek hűtésében. Biztosítja, hogy a hengerben lévő levegő és üzemanyag keveréke ne szivárogon ki, és hogy az égéstermékek a megfelelő irányba távozzanak. A szelepek és a szelepülés között összeérésénél fém-súrlódás lép fel, így elmondható, hogy kiemelten fontos a jó anyagpárosítás. A motor ezen alkatrészének meghatározó szerepe az ellenállás, mind a gázok kémiai hatások szempontjából, mind a szelepszárás ütéseivel szemben. A szelepülés elkophat az előbb említett rossz anyagpárosítás miatt, túl magas fellépő hőmérséklet miatt, de az elhasználódást segíti elő a szelepekkel történő nagy ütközések létrejötte.

A felütközések nagyságát befolyásolja a szelephézag beállításának minősége. Amennyiben, ez a hézag az előírtnál nagyobb, abban az esetben a szelepek előbb zárnak, és a nagyobb sebesség nagyobb felütközést okoz. A kipufogószelepek ülésének elhasználódása kritikusabb, a nagyobb hőterhelés miatt. A szívószelepeknél ülésénél ennek a jelenségnek a megléte annyira nem

jelentős, mivel a beáramló levegő hűt, azonban a szívási ütemben bejutó porszemcsék szintén tudnak kopó hatást elérni, a szelepek forgó mozgásának köszönhetően. A szelepülést szemrevételezéssel vizsgáljuk meg, hiszen az égés okozta korrózió könnyen észrevehető. Ha a szelepülés túlzottan kopott vagy mélyedések vannak benne, marási eljárással lehet helyreállítani. Súlyos kopás vagy repedés esetén, különösen régebbi motoroknál, előfordulhat, hogy a szelepülést teljes egészében ki kell cserélni. Az új szelepüléseket beillesztik a hengerfejbe, majd precíz megmunkálással alakítják ki, hogy a szelepek tökéletesen zárjanak. Felújításnál a szelepvezető furatát fogjuk kiválasztani bázisfelületnek. A forgácsolószerszám megfelelő kiválasztásával lehetséges a szelepülés szélességének megmunkálása. Csak annyi anyagot fogunk leválasztani, amennyi a felület kialakításához kell. Ellenőrizzük a tömítettséget, és a szelepek visszaállítását. A szívárgási tesztnyomás 2 barra fogjuk beállítani.

3.4.4. Szelepvezető

A szelepvezetőknek az anyaga általában öntöttvas. A hengerfejbe vannak beszerelve, és meghatározó szerepük van, mivel feladatuk a szelepek egyenesen nyíljanak és záródjanak. Ezek a vezetők is elkopnak, ennek hatására az olaj könnyen bejuthat a hengerbe olajégést okozva. A túl nagy hézag miatt a szelep nagy kimozdulást végez, ami csattogó hangot eredményezhet. A szelepvezető kopása a szelep helytelen zárását okozhatja, kompresszióvesztés léphet fel. Tehát, ha a motor zajos, olajat éget, vagy csökkent a teljesítménye, a szelepvezetőket vizsgálat alá kell vetni. A szelepvezetőket ki kell cserélni, ha a hézag nagysága túlságosan nagy. A cserét présgépen, vezetőcsapos szerszámmal végezzük, olyan módon, hogy a szeleprugó felfekvő felületéhez állítjuk be a szelepvezető kinyúlását. Az új alkatrészt a szelepszár hézagának méretére fogjuk alakítani.

3.4.5. Hengerfej

A hengerfej a hengerblokk tetején található, lezárja a hengereket felülről, tartalmazza a szelepeket és az injektorokat. Anyaga általában alumínium, mert könnyű és jó hőelvezető. Sok esetben megegyezik a hengertömb anyagával. Nagy igénybevételnek van kitéve, így fontos, hogy megfelelő szilárdság mellett kismértékű nyúlási képessége legyen, hiszen a fellépő feszültségek miatt repedés léphet fel, ezért krómmal ötvözik. A hengerfej igénybevételei hő és korróziós hatásból áll össze. A hengerfejben lévő szívószelep és kipufogószelep hőmérséklete nem egyezik meg. Túlzott hőmérsékletkülönbség létrejötté esetében repedés alakulhat ki. A korróziót pedig a gázolajban található kén okozza. Ez égés során kénsavat képez, ami köztudottan korrodáló hatású. A hengerfej és a hengertömb között található egy tömítés. Ez a tömítés az égőteret, olaj-vízfuratokat tömíti, meghibásodása esetén a folyadékok

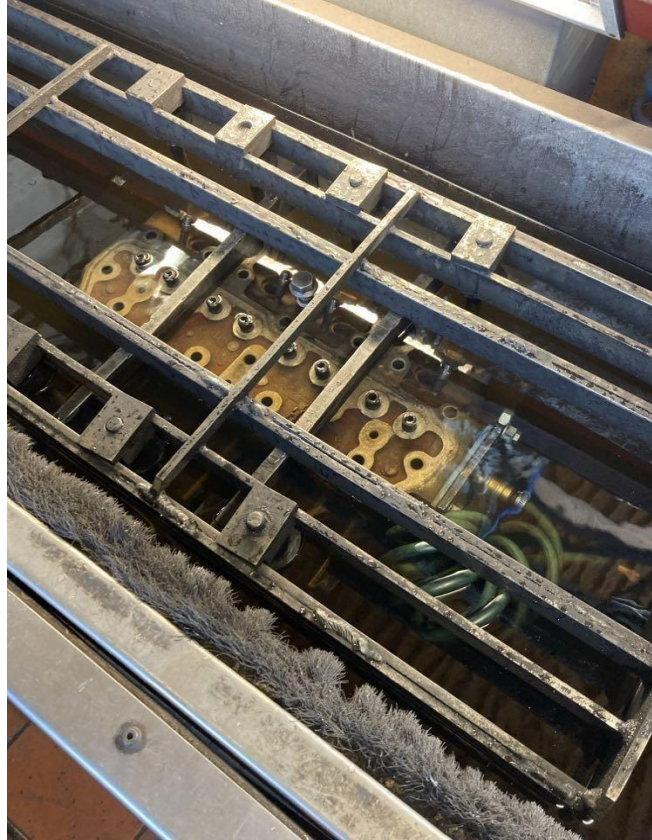
keveredhetnek, hűtővíz juthat az égéstérbe. Ez az emulziós folyamat fordítva is megtörténik, a hengerben lévő anyagok is a hűtőtérbe jutnak. A dugattyúk berágódhatnak, mivel a víz összekeveredik az olajjal, így a megfelelő kenés nincs jelen. A víz hengerbe jutása a hajtórúd eltörésével is járhat, mivel összenyomhatatlan, nagy nyomás alakul ki. Tönkreteszi a dugattyúkat, vezérműtengely is sérülhet, ha a probléma nincs időben felfedezve.



20.ábra: Hűtővíz és olaj keveredésének következménye

Az olaj hűtővízbe való keveredése rontja a hűtőfolyadék hőelvezető képességét, ez a motor túlmelegedéséhez vezet. Ezek miatt elmondható, hogy a hengerfejtömítés megfelelő zárása kulcsfontosságú, ehhez a hengertömb és a hengerfej felületeinek tökéletesen kell illeszkedniük egymáshoz.

A javításhoz szét kell szedni a hengerfejet, a szelepeket is ki kell venni. A megfelelő szerszámmal kisorsoljuk a porlasztóhüvelyeket is. Ezeknek az illesztési helyét síkra csiszoljuk, a meneteket menetvágóval javítjuk, és visszaszereljük a porlasztóhüvelyeket. Magát a hengerfejet szemrevételezéssel megvizsgáljuk. Ahhoz, hogy ezt a legkönnyebben tegyünk, megtisztítjuk a kosztól és az olajtól. Ezután az esetleges repedések helyét kell megkeresni, erre a nyomáspróbához szükséges berendezést vesszük igénybe. Fontos, hogy a víztér furatait lezárjuk, a lemez, amit rászorolunk elvégzi ezt a feladatot. A nyomást 3 barra kell állítani a víz hőmérsékletét 70°C-ra melegítjük. Ha repedést találunk a szívótoroknál, kipufogótoroknál, vagy a fagyugóknál akkor azt a buborékok jelenléte fogja megmutatni.



21. ábra: Hengerfej nyomáspróba

A repedéseket meleg fémportszórással kijavíthatjuk, viszont, ha a javítás mellett döntünk, ezt aprólékosan, precízen kell elvégezni, és a megmunkálás után újra nyomáspróbával ellenőrizni. Ahogy említésre került, a hengerfej és a hengertömbnek tökéletesen kell illeszkedni egymáshoz, esetleges deformáció megléte esetén ezt is korrigáljuk. A homlokmaróval tesszük ezt, acélvonalzó és hégagmérő segítségével. A bázisfelületnek a hengerfej felületét kijelölni.

3.4.6. Vezérműtengely

A vezérműtengelyek edzett acélból készülnek, felelős a szelepek nyitásáért és zárásáért. Ha a motorolajszint alacsony, a vezérműtengely kopása nagymértékű lesz. Más alkatrész hibája is előidézhet problémát, hiszen, ha az olajpumpa nem megfelelően szállítja ide az olajat, szintén elkophat. Ahhoz, hogy megállapítsuk, hogy ennek az alkatrésznek a működése nem megfelelő, megvizsgáljuk a motor járását, hiba esetén kopogó hangokra lehetünk figyelmesek. A motorteljesítmény is csökken rendellenesség esetén, hiszen a szelepek működése sem lesz ilyenkor megfelelő. Javításánál repedéseket keresünk röntgenvizsgálattal, a bütyköket idomszerrel, a csapokat átmérőjét mikrométerrel vizsgáljuk meg. Mivel kényes alkatrészről van szó, a kismértékű gyári adatoktól való eltérés is hibásnak számít. Ha tengelygörbülést is találunk, akkor hidraulikus présgépen egyengetéssel hozzuk helyre. A tengelycsapokat és

bütyköket is hegesztéssel javíthatjuk, de utóbbi alkatrész helyreállításához fémpszórást is alkalmazhatunk.

3.4.7. Szelepemelő himba

A szelepemelő himbák acélból készülnek. Feladatuk a vezérműtengely mozgásának továbbítása a szelepekhez. Ha a motor beérkezésekor még indítható állapotban van, és kattogó hangot hallunk vagy egyenetlen járáskultúrát tapasztalunk, akkor a vezérmű alkatrészekre szoktunk gyanakodni, ezekbe pedig a szelepemelő himba is beletartozik. Kopását a nem megfelelő kenés okozza. Az íves részét idomszerrel vizsgáljuk, korrigálását szükség esetén köszörüléssel végezzük. A perselyeket mikrométerrel ellenőrizzük, hiba esetén újat kell beszerezni. A himbatengelynél is így járunk el, de nem durva mértékű kopás javításához köszörülést alkalmazunk.

3.4.8. Szelepemelő rúd

A szelepemelő rudak is acélból készülnek. A rúd végén króm gömb található kopásállóság javítása érdekében. Ezek a gömbök sűrűlódhatnak, javításuk fémpszórással történik. A rudak pedig a szeleprugók miatt elhajolhatnak, de hosszúságtérítés esetén ezt könnyű észrevenni. Az elhajlott rudakat egyengetéssel korrigáljuk.

3.4.9. Hengertömb felújítása

A hengertömbök általában szürkeöntvényből készülnek, de gyakori ötvözőanyag a króm, a nikkel és a réz. A hengertömbben gáznyomás uralkodik, ez pedig hat a hengerfejre és a dugattyúra. A dugattyú sebességváltozása során erők keletkeznek, ezek pedig a hajtórúdon és a csapágyakon keresztül átjutnak a hengertömbre. A motor működése közben hőigénybevétel is létrejön, égés során keletkező kénsav és szénsav korróziós igénybevételt okozhat. A legnagyobb igénybevételt az égési csúcsnyomás okozza, ez pedig, ha meghaladja az előírt értéket, repedéseket okozhat a hengertömbben. Ilyen tüneteket okozhat még a használat során elhasználódott motoralátámasztások is. Ilyen esetben a repedt hengertömböket hegesztéssel lehet javítani. A hideg hegesztéses eljárásnál figyelni kell arra, hogy a varratok ne okozzanak deformációt. Ki kell küszöbölni a hőtágulások hatását.

A dugattyú megvezetését kopásálló hengerperselyek biztosítják, ezek pedig a henger teljes belső felületén felfekszenek, így követve az öntvény hőtágulását. A hengerpersely a hengerfurattal együtt deformálódik egyenetlen hőtágulásnál. Működés szempontjából fontos, hogy a külső

felülete egyenletesen fekszen fel. Ellenkező esetben a hengerpersely és a hengerfurat között levegőréteg alakul ki, kihatva a hűtésre, és megnő az olaj hőmérséklete. Nem megfelelő kenés alakul ki, ami a kopást eredményez a dugattyúgyűrűkön és a hengerperselyen, balszerencsés esetben berágódást okozva. Ahhoz, hogy a hengerpersely felfekvése megfelelő legyen, a hengereket alakhelyesre kell megmunkálni, elkerülve az ovalitást és kúposágot. A kiterjesztés ütemében megnövekszik a gáznyomás, a dugattyúgyűrűt a hengerperselynek nyomja. A felső holtpontnál a gyűrű sebessége lecsökken, kiszorítva az olajréteget a hengerpersely fala, és a gyűrű palástja között. A súrlódás következtében kis fémdarabok dörzsölődnek le. Ezenkívül a hajtóanyag elégeése során lévő égéstermékek is jelen vannak, korróziót okozva. A dörzsölődés során keletkezett szemcsék, a beszívott porszemcsék a levegőből, és a kokszolódás során keletkezett szemcsék mind károsodást okoz.

3.4.10. Vonalfűrés

A motorban a főtengelycsapágházak és csapágyfészek az idő múlásával elkophatnak vagy deformálódhatnak. Ez a benne lévő főtengely nagyobb mértékű súrlódását, súlyosabb esetben törését is okozhatja. A vonalfűrés eljárás célja, hogy helyreállítsa a főtengely pontos illeszkedését és optimális működését. Az ellenőrző vizsgálatot a szélső csapágyakkal kezdjük. A mérőgyűrűket a csapágyfészekbe helyezzük, a mérőrudat pedig a lendkeréknél lévő mérőgyűrűbe toljuk a csapágyfészken át. Ha ezt a rudat nem tudjuk megmozgatni, akkor nincs jelen az egytengelyűség, és vonalfűrészt kell alkalmazni. Ennél az eljárásnál a hengertömböt a megmunkáló gépre helyezzük a hengerfej felfekvő felületével. Felvesszük a központosítást, majd az érintőfogást. A hengerperselyeket ki kell venni a megmunkálás során, ezt egy prés segítségével tesszük.

3.4.11. Hengerfej felfekvő felülete

Célunk a hengerfej és a motorblokk közti tökéletes zárás biztosítása. A hengerfej felfekvő felületének megmunkálást a tömítések levételével kell kezdeni. Miután ezt megtettük, meg kell vizsgálni, hogy mennyire sík a felület, ehhez vonalzót és hégagmérőt alkalmazunk. Marásra van szükség már egy század milliméter eltérésénél is, a felület megtisztítása után elkezdhetjük a marást. A marás során eltávolítjuk a deformációt, de figyelni kell, nehogy túl sok anyagot távolítsunk el, mivel megváltoztathatja a kompressziót a motorban. Ezután a hengerpersely perem felfekvő felületének kialakítása következik. A henger tengelyére merőlegesnek kell lennie a perem felületének. Ha ez merőlegesség nincs meg, akkor a hengerpersely nem fekszik fel ideálisan, és elformálódhat, ezáltal eltörhet.

3.4.12. Hónolás

A hónolás a hengerfal felületének megmunkálására szolgál, melynél forgó és alternáló mozgást végeznek. A henger belső felületének minőségét, simaságát meg kell tartani, amellet, hogy biztosítja az olajmegtartó képességét. A kopás nagyságát mérőórás furatmérővel fogjuk megmérni. Ezt több helyzetből meg kell tenni, a dugattyúcsapszeg irányában, és rá merőlegesen is, így információt kapunk a kopásnagyságról, és az ovalitásról. A hengerfúrási bázisfelületnek párhuzamosnak kell lennie a nyugvócsapágy fészkek középvonalával. Ahhoz, hogy ezt ellenőrizzük, a hengerfej felfekvő felületével kell felhelyezni az asztalra, ezután a szélső nyugvócsapágy fészkekbe tesszük a mérőgyűrűk furatába pedig a mérőrudat. Soros elrendezésű motorok esetén könnyebb dolgunk van, azonban V-elrendezésnél külön kihívásokat jelent a hozzáférés, az igazítás és a szerszámkezelés. Emellett sokkal több idő a hónolás feladata, hiszen két különálló hengersor van jelen. A folyamat során finom barázdákat hoznak létre a henger felületén, úgynevezett karcokat alakítanak ki, annak érdekében, hogy megtartsa a kenőanyagot, és így nem folyik le a henger falán, biztosítva megfelelő kenést.

3.4.13. Dugattyú

Dugattyúk anyagával kapcsolatos követelmények:

- korrózióállóság,
- kis fajsúly,
- bírja a magas hőmérsékletet,
- megfelelő keménység

Ezeknek megfelelően jellemző anyaguk általában alumínium szokott lenni, hiszen könnyű, jó hővezető, és jól ellenáll a mechanikai igénybevételeknek is. Azonban, hátrányos tulajdonsága, hogy puha fém, ezáltal kopásra érzékeny, ezt például anodizálással javítják. Ez egy elektrokémiai felületkezelési eljárás, amelynek során az alumínium felületén védő oxidréteget hoznak létre. Az anodizált réteg maga az anyag oxidja, amely sokkal keményebb és ellenállóbb, mint a természetes oxidréteg. Emellett ötvözőanyagokat alkalmaznak, például szilíciumot, ami segít csökkenteni a hőtágulást, vagy nagy teljesítményű motorok esetében nikkelt, ami a szilárdságot javítja. A dugattyú és a hengerfal közötti súrlódás kopást eredményez. A dugattyúgyűrűk és a dugattyú oldalfalai állandó súrlódásnak vannak kitéve, ami idővel elvékonyodást és felületi sérüléseket okozhat. Emellett a bekerülő porszemcsék is okozhat karcolásokat. A dugattyúgyűrűk a dugattyú mozgásakor rugóznak, így a gyűrű és a horony egymásnak nyomott oldalai súrlódnak egymáson. A dugattyút nagy hő éri, hiszen az égéstérrel érintkezik. A dugattyú feje van a legnagyobb hőmérsékletnek kitéve. A túlmelegedés berágódást

okozhat, anyagának hőtágulása megnő, nem alakul ki kenés a dugattyú és a henger falai között. A folyamatos túlmelegedéskor a dugattyú belső szerkezete károsodást szenved, lehűléskor pedig megrepedhetnek. Berágódást, törést okozhat a dugattyú ferdesége is.

A dugattyúk nem megfelelő működése során megnő a motorzaj:

- Dugattyú ütközése a hengerfallal → hajtórúd elhajlása is okozhatja,
- Dugattyúcsapszeg a biztosítógyűrűnek ütközik → főtengely tengelyvonalai nem párhuzamosak,
- Dugattyúbólintás → a dugattyú vagy a hengerfal kopott, az illeszkedés lazább lesz, és a billegés mértéke nőhet.

A dugattyúk megvizsgálása hasonlóan történik, mint a többi alkatrészénél. Szemrevételezéssel repedéseket, átégéseket keresünk, furatmérővel és idomszerrel ellenőrizzük a paramétereit. Ha ez a tűréshatáron kívül esik, akkor új alkatrészt szerzünk be, dugattyúk felújítása nem jellemző.

3.4.14. Dugattyúcsapszeg

A dugattyúcsapszgek általában magas szilárdságú acélból készülnek, amely különleges hőkezelési és felületkezelési eljárásokon esik át. Ötvözőanyagai közé tartozik a króm, a molibdén, a nikkel. A króm és a molibdén ötvözőelemek hozzáadásával növelik az anyag szilárdságát, kopásállóságát és hőállóságát. A nikkelezett acél különösen jó korrózióállósággal és kopásállósággal rendelkezik. A felületet gyakran nikkelezéssel kezelik, hogy simább és ellenállóbb legyen a kopással szemben, ezáltal csökkentve a súrlódást a csapszeg, a hajtórúd és a dugattyú között.

Két fajtáját különböztetjük meg:

- az úszó csapszeg → dugattyúcsapszeg szabadon mozog mind a dugattyúban, mind a hajtórúd perselyében, bent maradását a zégergyűrű biztosítja,
- rögzített csapszeg → a csapszeg nem mozog, mivel a dugattyúban van rögzítve, csak a hajtórúd fogja a mozgást végezni.

A dugattyúcsapszeg az égési ciklus során fellépő mozgásokat közvetíti a dugattyú és a hajtórúd között, hajlító és koptató igénybevétel is hat rá. A hajlító igénybevételt a dugattyúfej felől ható erők fogják okozni. Ez az alkatrész, ha elkopik, megnő az illesztési hézag, és fémes, kattogó hangot észlelhetünk. Úszó csapágyak berágódását a kis illesztési hézag létrejötte fogja okozni. Ha a hajtórúd perselyébe szorul, akkor a dugattyúban tud csak elfordulni, így kenési problémák miatt is berágódhat.

Berágódás okai közé tartozik:

- hajtórúd persely és a csapszeg között kicsi hézag,
- hajtórúd deformációja,
- nem megfelelő beszerelés.

Kiszerelesnél szemrevételezzük az esetleges repedéseket, ha az alkatrész paraméterei a tűréshatáron kívül vannak, selejtezzük. Ezt az alkatrészt szintén nem újítjuk fel.

3.4.15. Hajtórúd

Feladata, hogy a dugattyú által létrehozott erőt továbbítsa a főtengely felé. Jelentős mechanikai terhelésnek van kitéve, hiszen nagy sebességű mozgást és hatékony erőátvitelt kell biztosítani. Ahogy a fentiekben említésre került, általában kovacsoltvasból, acélöntvényből gyártják. Ötvözőanyagként krómot és nikkelt alkalmaznak, nagy szilárdság, tartósság érdekében. A hajtórúd végére ható erők kihajlást okozhatnak, míg a helytelenül beszerelt alkatrészeket a nyomóerők tudják elhajlítani. Ha mindkét jelenség egyszerre történik meg, akkor el is csavarodhat. Az ezeken az elcsavarodott hajtórudakon lévő dugattyúk nem fognak optimálisan illeszkedni a henger belsejében, nem lesz egyenlő a hézag. A hajtórúd csapágypárjai, különösen a főtengelycsapágypárjai, idővel elhasználódnak. Ezenkívül a hajtórúd elhajlása jelentkezhet abban az esetben is, ha a motor túlpörög, vagy azt túl nagy nyomás éri. A hajtórúd a folyamatos váltakozó terhelések miatt anyagfáradás jeleit mutathatja, például kis repedéseket, különösen a hosszú távú használat során. Kenési probléma jelenléte esetén a csapágypárjai túlmelegedhetnek, megszorulhatnak, eltörhetnek. Az alkatrész vizsgálata a motor szétszerelése után a szokásos szemrevételezéssel kezdődik. Töréseket, esetleges repedéseket keresünk, hiszen ezeket mindenképpen orvosolni kell. Ezenkívül mágneses repedésvizsgálatot fogunk alkalmazni a hajtórudakon. Megvizsgáljuk a deformációkat, mind elhajlás, mind elcsavarodás szempontjából. Megnézzük a hajtórúd középvonalát, a két mérőrúd közötti távolság alapján megállapítható, hogy a csapágypárjai párhuzamosak-e. Az esetleges elcsavarodásról is tudomást kell vennünk, ehhez a hajtórudat három helyen alá kell támasztani, és ellenőrzőlapra tenni. Erre az fog választ adni, hogy ez a lap, és a szemfúratban lévő mérőrúd párhuzamos-e. Az alapfúrat alakhelyességének ellenőrzéséhez furatmérőt használunk. Ha egy hajtórúd deformációt szenvedett, egyengetést kell alkalmazunk. A folyamat elvégezte után természetesen újra repedésvizsgálatot kell végrehajtani, hiszen a satuba fogott alkatrész egyengetésére szolgáló alkatrész is lehet pontatlan. Az ovalitást speciális fűrőgépen javítjuk, amely direkt erre a célra szolgál. Ha a hajtórúd vagy már repedten lett kiszerve a motorból, vagy a felújítás során lett az, selejteznünk kell. A csavarokat precíz munka elvégzéséhez cserélni szoktuk.

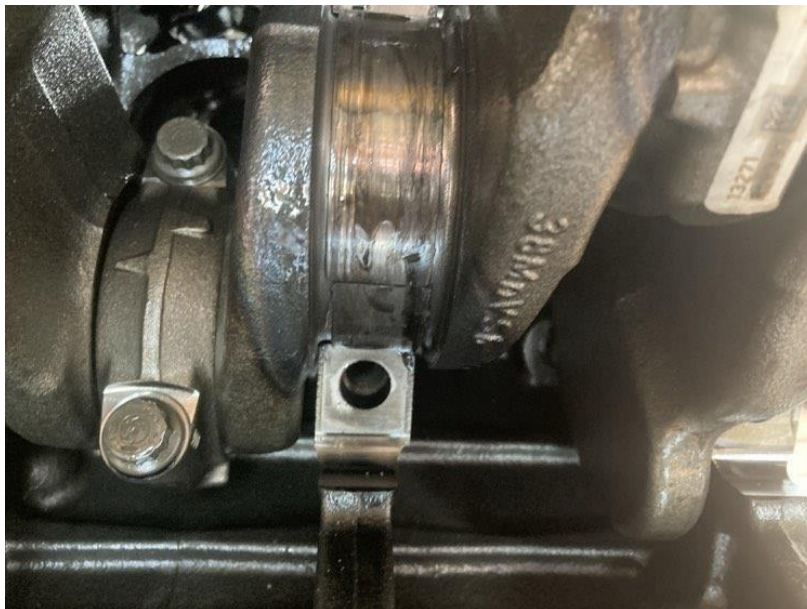


22.ábra: Hajtórúd befogatására szolgáló eszköz

3.4.16. Csapágyak

A forgattyústengely és a hajtórudak siklócsapágyait a kopás és a hőigénybevétel fogja terhelni. A motor működése során a csapágyak felületei súrlódnak egymáson, különösen nagy terhelés vagy nagy fordulatszám esetén. Ennek ellenére hozzá kell fűzni, ha a motorolajat megfelelő intervallumonként cserélik, a csapágyak kopása megfelelő folyadéksúrlódás esetén kismértékű lesz. Ezeket a mindennapi használat során való motorbeindítások és leállítások, a bejutott porszemcsék okozzák. Ezeknek a porszemcséknek az anyagi összetétele is nagy befolyásoló tényező, hiszen nagy a különbség a lágy mészkőpor, valamint a keményebb mészkőpor között. A csapágyak optimális működéséhez folyamatos kenés szükséges. Ha az olajnyomás csökken, vagy a használt motorolaj nem megfelelő minőségű, a csapágyak nem jutnak elegendő kenőanyaghoz, ami megnöveli a súrlódást és túlmelegedést okoz, ezáltal gyorsítva a kopás folyamatát. Tudniillik, a motorolaj viszkozitása magas hőmérséklet esetén lecsökken, kopást eredményezve. Ha a csapágyak elhasználódtak, a forgó alkatrészek vibrációját érezhetjük. A teljesítménycsökkenés mellett ez az a jellemző, amelyet a felújítandó motor beindításánál a problémakeresés során megfigyelhetünk. A csapágyak megfelelő felfekvése elengedhetetlen, hiszen hézag esetén a csapágy deformációt szenved, végül kifárad. A kifáradás során repedések jelennek meg, ezután az olaj hatására anyagleválás jelentkezik. A csapágy elhasználódása további alkatrészekben is meghibásodást okozhat, például a forgattyús tengelyben és a

hajtórúdban. A motor szétszerelése után szemrevételezéssel vizsgáljuk a csapágycsapágyak állapotát. Furatmérő segítségével meghatározzuk a kopás mértékét, amennyiben a tűréshatáron kívülre esik, selejtezzük, újat szerzünk be. Ha a forgattyús tengely csapjának köszörülésére van szükség, akkor a méretváltozás miatt sem lehetséges az eredeti csapágyak visszaszerelése.



23.ábra: Csapágy elhasználódás következménye a forgattyús tengely csapján

3.4.17. Forgattyús tengely

Ez az alkatrész a dugattyúk egyenes vonalú mozgását forgómozgássá alakítja. A forgattyús tengely a dugattyúktól érkező energiát közvetíti tovább a jármű hajtáslánca felé, így elmondható, hogy erőátviteli feladata van. Ahogy említésre került, kovácsolt acélból, vagy öntöttvasból készül, azért, mert nagy mechanikai van kitéve.

A dugattyúk mozgása által létrehozott hajlító igénybevétel a nyugócsapágyak között jelentkezik, míg a csavaró igénybevételt a hengerekben generált forgatónyomaték egyenetlen elosztása fogja okozni a tengelyen. Ha a motor járása már eleve nem megfelelő, beleértve a hengerekben lévő dugattyúk ütemtelen mozgását, erős vibrációt okozva tönkre teheti az alkatrészt. A vibrációt lengéscsillapítóval tudjuk csökkenteni, így kisebb lesz az igénybevétel. Természetesen a nem megfelelő kenés jelenléte, hasonlóan a többi alkatrésznél kritikus következményekkel járhat, a csapágyak hibáját idézheti elő. A forgattyús tengely törése anyaghiba miatt is bekövetkezhet.

A forgattyús tengely meghibásodásai közé tartozik tehát:

- repedés,
- törés,
- elhajlás,
- csapok kopása.

A csapok kopása általában a belső felületeken szokott végbe menni. Elmondható tehát, hogy a motor egyik legkomplikáltabb, legkényesebb alkatrészéről beszélünk, a javításánál is számos szabályra figyelni kell. A szétszerelés során levett tömegeket meg kell jelölni, hogy ezeket később megfelelően helyezzük vissza. Ez azért fontos, hogy később az összeszerelés során ne változtassa meg a forgattyús tengely kiegyensúlyozottságát. Ezután szemrevételezzük az alkatrészt, megmérjük a csapjainak átmérőjét, hogy kiderüljön mekkora a kopás mértéke, majd mágneses repedésvizsgálatot végzünk rajta. A folyamat során beállítunk egy adott mágneses erőt, majd felvisszük a vasreszeléket, és néhány másodperc után kimutatásra kerülnek a repedések.



24.ábra: Forgattyús tengely hibafeltárása

Azt, hogy a forgattyús tengely deformációja elhajlás szempontból jelen van-e, további ellenőrző vizsgálattal tudjuk kideríteni. Egy állványra helyezzük az alkatrészt, befogjuk, a mérőórát a egyesével a nyugócsapágyra helyezzük, forgatjuk, és szemügyre vesszük a kiírt értékeket. Az egytengelyűségtől való eltérést egyengetéssel javítjuk a vezérműtengelyhez hasonlóan. Ezután újra el kell végezni a mágneses repedésvizsgálatot. Az csapágyfészkek javítása a forgattyús tengely köszörűgépén fog megtörténni. Ahhoz, hogy pontosan dolgozzunk, magát a gépet is ki kell egyensúlyozni. Először a főcsapokat fogjuk több lépcsőben megmunkálni, ezután pedig a forgattyúcsapokat, hasonló módon. Az eltolás értékét pedig skála alapján fogjuk testre szabni. A köszörülés során hűtőfolyadékot használhatunk. Egyébként, ha a kisserelt alkatrészen repedést találtunk, ezt tudjuk hegesztéssel javítani, de utána szintén köszörülni kell. Meg kell említeni, hogy ilyen esetben érdemes új forgattyús tengelyt vásárolni, hiszen a repedés javítása után is borítékolható, hogy nem lesz megfelelő a minősége hosszú távon. Ha a főtengely felülete nagyon kopott, új fémbevonatot helyezhetünk rá, de ezután szintén köszörülést kell eszközölnünk. Mivel a motor egyik legkomplikáltabb alkatrésze, javítása is bonyolult. Szakértelmet és megfelelő gépparkot is igényel, ezért érdemes már megelőzni a hibát. Ezt úgy tehetjük, hogy figyelünk a megfelelő kenésre, és a megfelelő olaj használatára, rendszeres olajcserére. Ezenkívül pedig a motor hosszú ideig tartó túlterhelését érdemes mellőzni, ezzel kímélve az alkatrészt.

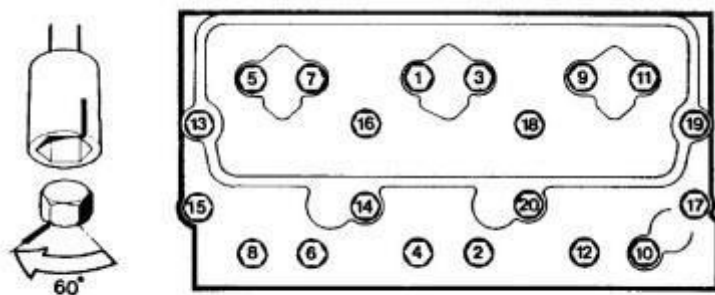
3.5. Motor összeszerelése

A motor összeszerelésének első lépését a vezérműtengely csapágypersely beszerelése fogja jelenteni. Ezeket -60 fokra hűtjük le, annak érdekében, hogy beszerelés után a hőtágulás hatására szorosan illeszkedjen. Következő lépés lesz a fűvókák rögzítése csavarokkal és lemezzel, ügyelve a kivezetés megfelelő irányára. A forgattyús tengely beillesztése következik, de előtte a nyugócsapokat be kell olajozni. A csapágyfedeleket felhelyezzük, a csavarokat pedig meghúzzuk, az előírt határértékek betartásával, mind szög, mind nyomaték tekintetében. Ezután megvizsgáljuk a beszerelt főtengely tengelyirányú játékát.

A dugattyú behelyezése előtt a gyűrűjét a hengerperselybe illesztjük, hézagot mérünk. Fontos, hogy a hézag nagysága megfelelő legyen, mivel, ha ez nincs meg, akkor a hőtágulás hatására meg fog szorulni a hengerben, megkarcolva azt, és a dugattyúgyűrűket is eltörve. A dugattyúgyűrű beszerelésénél további odafigyelést igényel, hogy ha megfeszítjük, akkor könnyen eltörhet, és mivel éles alkatrészről beszélünk, sérülést okozhat. Ennek elkerülése érdekében gyűrűfogót veszünk igénybe. Ez biztonságos, használata egyszerű, és a dugattyú

palástját sem karcoljuk meg. A lekaparó élnek lefelé kell állni a megfelelő olajzúhoz, ha erre nem ügyelünk, akkor az égéstérbe jut.

A hajtórudakat ezután tudjuk a hengerbe helyezni, ehhez azonban a fedél részét le kell választanunk. A dugattyút a hengerbe csúsztatjuk gyűrűszorító alkalmazásával. Miután ez megtörtént, összeszerelhetjük a levett alkatrészt, és a csavarjait a katalógus szerinti nyomatékkal rögzítjük. Természetesen az alkatrészeket előkenjük, így minimalizálva a kopás mértékét próbaindításnál. A vezérműtengely és a tartozékai fognak következni, majd a vezérlés. A főtengelyen 0-val megjelölt fogaskerék fognak találkoznia kell a közlőkerék 0-val megjelölt fogaival. Ugyanez a szabály érvényes a két alkatrész 1-essel megjelölt fogainál, ennek elkészültével a foghézagokra is pillantást kell vetni. Következő lépésként a vezérműházat tömítéssel együtt, csavarokkal rögzítve megfelelően felrakjuk, ezután következik az ékszíjtárcsa, kenőolajszivattyú, olajteknő. Ezután a hengerfej következik, a tömítéssel és a csavarokkal együtt. Utóbbit megolajozzuk és becsavarjuk. A hengerfejeket síkba állítjuk a szívócső csatlakozási oldalán. A hengerfejecsavarok meghúzásánál a gyártó által meghatározott sorrend alapján kell eljárni, megfelelő nyomatékkal, és szöggel.



25.ábra: Hengerfej csavarok meghúzási sorrendje

Felszereljük a

- szelepemelőket, beolajozzuk,
- szelepemelő rudat, szelepemelőkhöz igazítjuk,
- szelephimbákat, rögzítjük.

A következő feladat elvégzése nagy precizitást és odafigyelést igényel, hiszen a szelephézag állításnál könnyű hibát vétetni, ezt a műveletet hideg motoron kell végezni. Ez a hézag szelep és a vezérműtengely bütyke közötti távolságot jelenti, a gyártó által megadott értékhez kell igazítani. Túl kis hézag esetén a szelep nem zár rendesen, ami kompresszióvesztést idéz elő. Túl nagy hézag esetén pedig hangos, zakatoló motor járást tapasztalunk. Figyelni kell a gyújtási sorrendre, jelen esetben 1-5-3-6-2-4. A vezérműtengelyt úgy kell forgatnunk, hogy a beállítandó henger szelepei zárjanak, a vele párban futó hengernél pedig szelepváltás legyen. A szelephézag értéke hideg motoron 0,40mm és 0,55mm (bejövő és kipufogó).

Ezután a további segédberendezései és az ékszíjak felszerelése következik. A próbaforgatás előtt a motorolajjal és a hűtőfolyadékkal is feltöltjük a motort.

3.6. Fékpadi mérés

Miután elkészült a motor összeszerelése, felkészítjük azt a fékpadi mérésre. A motorfelújító üzem garanciát vállal a felújított erőforrásokra, melynek időtartama 30 hónap. A fékpadi mérés során ellenőrzésre kerül tetszőleges fordulatszám, különböző üzemállapotokban a motor, megfigyelésre kerülnek az előbb felsorolt szempontok. Vizuálisan, szemrevételezéssel nyomon követjük az esetleges rendellenességet, mint például a nagymértékű melegedést, folyadékszivárgást, vibrációt, nyomásesést, teljesítmény gyengülést. A jelen esetben 5 vizsgált üzemállapotot 15 percig követjük szemmel. A mérés elvégeztével tudomást kapunk az esetleges hibákról, ha találunk, akkor újbóli szétszerelésre kerül sor. Erre a célra egy Schenk Dynabar típusú fékpadi szolgál. Az erőforrást rögzítjük, ellenőrizzük az olajsíntet, csatlakoztatjuk a kardántengelyt. Csatlakoztatásra kerülnek a segédüzemi és gyorscsatlakozók. Légtelenítjük a tüzelőanyag ellátó rendszert a tüzelőanyag szűrő légtelenítő csavarnál.

Csatlakoztatjuk a hőmérőket:

- motorolaj hőmérőt az olajnyíró pálca csövéhez,
- tüzelőanyag hőmérőt a befecskendező szivattyúhoz,
- belépő víz hőmérőt a motor vízbevezető csöve elé,
- kilépő víz hőmérőt a motor vízbegyűjtő csöve után,
- beszívott levegő hőmérőt a szívóvezeték elé,
- visszahűtött levegő hőmérőt a motor szívócsövéhez,
- turbótöltő kompresszor utáni levegő hőmérőt,
- turbótöltő turbina utáni kipufogógáz hőmérőjét.

Csatlakoztatjuk a nyomásmérőket:

- motorolaj nyomásmérőt,
- tüzelőanyag nyomásmérőt a befecskendező szivattyúhoz,
- beszívott levegő nyomásmérőjét,
- kilépő víz nyomásmérőjét a motor vízgyűjtő csövébe,
- a kipufogó ellennyomás mérése a turbófeltöltő turbinához.

A vizsgálati rendszer előkészítését követően a motor tüzelőanyaggal feltöltve kerül beindításra. A hűtéséhez szükséges hűtővízszivattyúkat aktivizálásra kerülnek, majd a hűtőrendszert folyadékkal kell feltölteni. A feltöltési folyamat után a hűtőkör légtelenítését követően fény derül arra, hogy a rendszer megfelelően működik-e. Fontos, hogy ne maradjanak benne légbuborékok, amelyek akadályoznák a hűtőfolyadék áramlását.

A motor műszerzése után azt 8 másodpercig az önindítóval van forgatva, (ekkor megfigyelhető az olajnyomás felépülése és elkerülhető a egy esetleges komolyabb meghibásodás) majd alapjáraton néhány percig üzemeltetjük, ezt követően pedig az előírt fordulatszámokon kell járatni.

Ezenkívül meg kell vizsgálni:

- Az olajnyomást alsó fordulatonál (1,0 bar),
- Az olajnyomást felső fordulatonál (3,6 bar),
- Kipufogógáz hőmérséklet maximumát,
- Hűtőfolyadék hőmérséklet maximumát (90°C),
- Visszahűtött levegő hőmérsékletét,
- Maximális szívási depressziót (40mbar),
- Maximális kipufogó ellennyomást (60mbar),
- Nyomott oldali levegőellenállást (100 mbar).

A mérés feltételei:

- bejáratott motorral történik,
- a kenőolaj hőmérséklete a gyártó által előírt határértéken belül van,
- hűtőfolyadék hőmérséklete a üzemmeleg állapotban,
- üzemanyag hőmérséklete üzemmeleg állapotban,
- kipufogó hőmérséklete a maximum alatt,
- levegő hőmérséklete kb 20-25°C (ez az érték mérésnél megfelelő volt).

Mérés során figyelt paraméterek:

- fordulatszám,
- nyomaték,
- teljesítmény,
- hajtóanyag fogyasztás,
- füstöltés értéke,
- nyomások: turbónyomás, olajnyomás, légköri nyomás, kartergáz nyomás.

Hőmérsékletek:

- bemeneti levegő hőmérséklet,
- olajhőmérséklet,
- hűtővíz hőmérséklet,
- környezeti levegő hőmérséklete.

Fordulatszám(1/min)	1011	2210	1228	702	2481
Nyomaték (Nm)	1122	896	1236	152	199
Teljesítmény (LE)	161.7	282.1	216.1	15.2	70.5
Teljesítmény(kW)	118.9	207.4	158.9	11.2	51.8
Turbónyomás(kPa)	84.7	163.6	144.5	4.1	81.4
Üzemanyag ráta(L/h)	26.92	49.98	34.09	3.97	12.25
Fajlagos üzemanyag ráta(g/kWh)	190.2	202.4	180.2	299.0	198.5
Olajnyomás(kPa)	396.1	465.7	403.3	254.3	470.3
Bemeneti lég. hőmérséklet(°C)	25.3	25.3	25.0	23.1	21.9
Hűtővíz hőmérséklet(°C)	82.5	80.8	82.2	80.5	78.4
Olajhőmérséklet(°C)	79.6	87.8	87.5	85.6	88.9
Környezeti lég. hőmérséklet(°C)	28.6	29.1	29.6	25.7	24.3
Légköri nyomás(kPa)	82.9	82.7	82.7	82.7	82.7

4.táblázat: Fékpadi mérés adatai

A vizsgálatok alapján a felújítás sikeres volt, a motor üzemszerűen működik.

4. Összefoglalás

A motorfelújítás célja a műhelybe beérkezett motor hibás alkatrészeinek helyreállítása, valamint a gyári teljesítményének újbóli biztosítása. A motorfelújítás lehetővé teszi, hogy egy elhasználódott motor ismét hosszú évekig megbízhatóan működjön. Egy nagy értékű motor teljes cseréje jelentős anyagi terhet jelenthet, míg a felújítás gyakran lényegesen olcsóbb alternatíva, így ezt lehet többször is érdemes eszközölni. Az alapos ellenőrzésnek köszönhetően megelőzhetők a jövőbeli hibák és problémák. Már gyerekkorom óta nagy érdeklődést mutattam a gépjárművek iránt, és mindig kíváncsi voltam, hogy ezek hogyan működnek. A szakmai gyakorlatom során megismerkedtem a belső égésű motorok felújítástechnológiájával, ezért választottam szakdolgozat témának. Ez egy összetett folyamat, mely a műszaki tudományok több ágát is magába foglalja. Szakdolgozatom tartalmazza a négyütemű dízelmotorok motorok alkatrészeinek felépítését és elhasználódásának okait. Bemutatásra kerülnek egyes alkatrészek vizsgálatainak módja, valamint az ehhez megfelelő felújítástechnológia kiválasztása és annak a folyamatnak bemutatása.

A Perfekt Motorfelújítás Kft. telephelyén lehetőségem volt a teljes motorfelújítási folyamatot megismerni. Szakdolgozatom érdemi részében jellemzem a motorfelújítási technológiák fajtáit, valamint a fékpadi mérésen részt vevő motorcsalád gyári adatait, és jellemzőit. A motor teljes körű felmérése után elkészül az árajánlat, amelynek elfogadását követően megkezdődik az alkatrészek megrendelése. Amíg az alkatrészek megérkeznek, párhuzamosan elvégezhetők a felújítandó alkatrészek, tisztítása, helyreállítása. Az megrendelt alkatrészek beérkezése és a felújítási folyamat után következik az összeszerelés. Miután a motor összeállt, a fékpadon történő mérés következik, amely igazolja a felújítás sikerességét és a motor megfelelő működését. A fékpadi mérésen különböző, tetszőleges üzemállapotban megfigyelésre került a motor jellemzői, esetleges hibái. Természetesen, ezek az üzemállapotok vizsgálata sok időt vesz igénybe, de így derül ki igazán, hogy az erőforrás mennyire problémamentes az összeszerelés után. Fontos megjegyezni, hogy ezek a haszongépjárművekben, buszokban, mezőgazdasági munkagépekben üzemelő motorok nagy igénybevételnek vannak kitéve, és hosszú ideig üzemelnek, így elengedhetetlen az alapos vizsgálat. Természetesen ezeknek a méréseknek az eredménye rögzítésre került az adatbázisban, és bemutatásra került az ügyfélnek is. A felújítás menete sikeresnek bizonyult, hiszen minden üzemállapotban megfelelő motor viselkedése, járáskultúrája. Ezután a becsomagolt motort elszállították, és beszerelés után használatba is vették. A szakdolgozatomban a fékpadi mérésen egy Volvo D7C 275 típusú buszmotort ellenőriztem, a motorfelújítás folyamatát viszont nem konkrét motoron végeztem. Ennek az oka, hogy a céghez rengeteg hibás motor érkezik be, ezeknek az alkatrészei sokszor nem egy

időben kerülnek fel felújításra. Így nehéz nyomon követni egy konkrét erőforrás darabjait, még annak ellenére is, hogy ezek mind pontosan meg vannak jelölve.

A felújító műhelyben, a mérések, folyamatok során mindent megfelelőnek találtam, így jelenleg nem látok olyan javaslatot, amely a cég működésének vagy fejlesztésének javítására szolgálna.

5. Summary

The purpose of engine refurbishment is to restore the defective parts of the engine received at the workshop and to ensure the engine's original performance once again. Engine refurbishment allows a worn-out engine to function reliably for many more years. Replacing a high-value engine can be a significant financial burden, whereas refurbishment is often a much cheaper alternative, making it worth considering multiple times. Thanks to thorough inspection, future faults and problems can be prevented.

Since childhood, I have shown great interest in vehicles and have always been curious about how they work. During my internship, I became acquainted with the refurbishment technology of internal combustion engines, which is why I chose it as the topic of my thesis. This is a complex process that involves several branches of technical sciences. My thesis includes the structure of the components of four-stroke diesel engines and the causes of their wear. The examination methods of certain components are presented, along with the selection of the appropriate refurbishment technology and a description of the process.

At the site of Perfekt Motorfelújítás Kft., I had the opportunity to learn about the entire engine refurbishment process. In the substantive part of my thesis, I describe the types of engine refurbishment technologies, as well as the factory data and characteristics of the engine family that participated in the dynamometer test. After a comprehensive assessment of the engine, a quote is prepared, and once accepted, the ordering of parts begins. While waiting for the parts to arrive, the refurbishment, cleaning, and restoration of the components can be carried out in parallel. Once the ordered parts arrive and the refurbishment process is complete, the reassembly follows. After the engine is reassembled, it is measured on the dynamometer, which verifies the success of the refurbishment and the proper functioning of the engine. During the dynamometer test, the characteristics and potential faults of the engine were observed in various operational states. Naturally, examining these operational states takes a lot of time, but this is how we truly determine how trouble-free the engine is after reassembly. It is important to note that these engines, which are used in commercial vehicles, buses, and agricultural machinery, are subject to heavy loads and operate for long periods, making thorough inspection essential. Naturally, the results of these tests were recorded in the database and presented to the customer. The refurbishment process proved to be successful, as the engine's behavior and running culture were appropriate in all operational states. Afterward, the packaged engine was transported and installed for use.

In my thesis, I inspected a Volvo D7C 275 bus engine during the dynamometer test, but I did not carry out the refurbishment process on a specific engine. The reason for this is that the company receives a large number of defective engines, and their parts are often not refurbished at the same time. Therefore, it is difficult to track the parts of a specific engine, even though they are all precisely marked.

During the measurements and processes in the refurbishment workshop, I found everything to be in order, and at present, I do not see any recommendations that would serve to improve or develop the company's operations.

6. Irodalomjegyzék

- [1] <https://www.plc-program.hu/blog/benzinmotor-es-dizelmotor>
- [2] Bukovinszky Márta, Diesel motorok felépítése és működési elve I, Budapest,2008
https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_mere_si_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/13_0675_002_100915.pdf
- [3] https://mogi.bme.hu/TAMOP/motor_eroatviteli_rendszerek_mechatronikaja/ch07.html
- [4] Bukovinszky Márta, Diesel motorok felépítése és működési elve II, Budapest,2008
https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_mere_si_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/13_0675_030_100915.pdf
- [5] <https://www.vezess.hu/techabc-autos-lexikon/2013/01/01/turbofeltolto/>
- [6] <https://autocentral.hu/dugattyu>
- [7] https://elearning.unimate.hu/pluginfile.php/925412/mod_resource/content/1/0018_Gepjarmutechnika.pdf
- [8] <https://hu.motofocus.eu/a-belso-egesu-motorok-egesterei/>
- [9] <http://www.sze.hu/~szalai/gepelemek/Gepelemek.pdf>
- [10] <https://www.hibakod.hu/hir/17/nyomasveszteseg-meres-menete>
- [11] <https://www.hibakod.hu/hir/19/suritesi-vegnyomas-meres-menete>
- [12] <file:///D:/D7C%20manual%20HU.pdf>
- [13] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Diesel-ciklus>
- [14] Dr. Kiss Péter: Motorok és gépjárművek, TopTen jegyzet
- [15] <https://skill-lync.com/student-projects/week-2-air-standard-cycle-197>
- [16] Valesek István, Gál Péter – Járműtribológia, Budapest,2003
- [17] <https://docplayer.hu/176727840-Motorszereles-es-beallitas-i.html>
- [18] <http://www.lezo.hu/szerkezzettan/hajtas/motor/dizel/dizel.html>
- [19] <https://docplayer.hu/3336850-Belsoegesu-motor-fobb-alkatreszeinek-tonkremenetele-es-javitasa>
- [20] <https://www.autonavigator.hu/cikkek/az-uzemanyagtol-a-motorfelujitasig-egy-kis-common-rail-magia/>

7. Nyilatkozatok

7.1. Hallgatói nyilatkozat

Alulírott Fóthi Norbert, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépészmérnök szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2024.október 24.



Hallgató

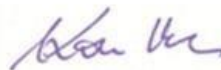
7.2. Konzulensi nyilatkozat

Fóthi Norbert (hallgató Neptun azonosítója: XQIYA9) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2024.október 24.



belső konzulens