

SZAKDOLGOZAT

Bonyai Barna

**Mezőgazdasági és
élelmiszeripari gépészmérnök, BSc**

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépészmérnök

Erőgéptechika specializáció

Alapképzés

Motorfelújítás technológia

Belső konzulens:	Dr. Kiss Péter egyetemi tanár
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Műszaki Intézet Járműtechnika Tanszék tanszékvezető
Külső konzulens:	Szakáll László Axiál Kft. szervízmérnök
Készítette:	Bonyai Barna AU47NQ nappali tagozat

**MŰSZAKI INTÉZET MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Erőgéptechnika specializáció**

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Bonyai Barna (AU47NQ)

részére

A szakdolgozat címe:

Motorfelújítás technológia koncepcionális terve

Feladatkiírás:

Foglalja össze és értékelje a belsőégésű motorokkal kapcsolatos szakirodalmat. Tervezze meg egy belsőégésű motor felújítási technológiáját koncepcionálisan az Axiál Kft. számára. Dolgozza ki a motorfelújítás egyes lépéseit a beérkezéstől a partnernek való kiszállításig. Végezzen vizsgálatot egy kijelölt motoron és értékelje ki a mért adatokat.

Közreműködő tanszék: Járőműtechnika Tanszék

Kőlső konzulens: Szakáll László, szervizmérő, Axiál Kft.

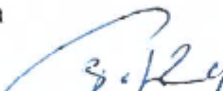
Belső konzulens: Kiss Péter, egyetemi tanár, MATE, Mőszaki Intézet, Járőműtechnika Tanszék

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

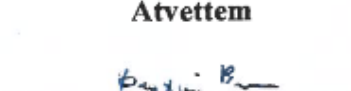
Gödöllő, 2024. június 15.

Jóváhagyom


Prof. Dr. Kiss Péter
tanszékvezető


Dr. Bártfai Zoltán
szakfelelős

Átvettem


Bonyai Barna
hallgató

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

Gödöllő, 2024. 10 hó 01 nap


(kőlső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés	6
2. Dízelmotorokkal kapcsolatos szakirodalom	8
2.1 Dízelmotorok fejlődéstörténete	8
2.1. Dízelmotorok a mezőgazdaságban.....	9
2.2. Belsőégésű motor bemutatása és felépítése	11
2.2.1. Működési elve, Carnot-körfolyamat	12
2.2.2. Diesel körfolyamat ciklusa.....	12
2.3. Motor veszteségei üzemelésekor.....	13
2.4. Befecskendező típusok és feladatuk.....	14
2.4.1. Common-Rail befecskendező rendszer	15
2.5. Égéstér kialakítások a belsőégésű motoroknál.....	16
2.5.1. Osztatlan égéstér kialakítások	16
2.5.2. Osztott égéstér kialakítások.....	17
2.6. Gyújtási sorrend és annak időzítése	18
2.7. Utánkezelő rendszerek fontossága	18
2.7.1. Kipufogó rendszer tisztítása	19
2.8. Alternatív hajtóanyagok	19
2.8.1. Fosszilis hajtóanyagforrások	20
2.8.2. Megújuló fosszilis anyagok.....	20
2.9. Motorfelújítás jellemzői	21
2.10. Munkapont az erőgéptechnikában.....	22
2.10.1. Dízelmotor fordulatszám jelleggörbéi.....	23
2.10.2. Tapasztalatok az üzemük alapján	24
3. Az Axiál Kft. által alkalmazott technológia	25
3.1. Hiba megállapítása	25
3.2. Mérések elvégzése beérkezés előtt.....	26
3.3. Műhely, szétszerelés.....	27
3.3.1. Dokumentáció	28

3.3.2. Hibalista készítése a mért adatok alapján.....	29
3.3.3. Egyéb hibák.....	30
3.4. Gépi munka	30
3.5. Összeszerelés a gépi munka befejeztével.....	31
3.6. Fékterem.....	32
3.6.1. Fékpad adatai.....	33
3.6.2. Az Axiál Kft. által alkalmazott fékpad paraméterei.....	35
3.7. Mérés előkészítése.....	36
3.8. Féktermi mérés	36
3.9. Fékpad hátrányai	38
3.10. Mobil fékpad	39
4. Mobil fékpad mérés.....	40
4.1. Javítás menete	44
4.2. Javítás utáni mérés	44
4.3. A mobil fékpad mérés kiértékelése a javítás után.....	46
4.4. Egyéb teljesítménymérések lehetséges formái.....	47
4.5. Motorfelújítás során feltárható hibák	48
5. Összefoglalás	49
6. Summary	51
7. Irodalomjegyzék	53

1. Bevezetés, célkitűzés

A témám egy mezőgazdasági erőgép motorjának felújításából áll, amelyet az Axiál Kft. jóvoltából a bajai telephelyükön tudtam elvégezni. A téma hozzám felettébb közel áll, hiszen régebb óta dolgozok már szerviz műhelyben. 2023. szeptember óta foglalkozom kooperatív képzés keretein belül mezőgazdasági gépek szervizelésével és karbantartásával. Az Axiál Kft. pécsi telephelyén mozgószervizesek munkáját segítem, de mivel a központi felújító Baján található, emiatt a féktermet és az egyéb hozzátartozó munkálatokat ott tudtam megtekinteni. A járműtechnika mindig is közel állt a szívemhez, hiszen családban is vannak járművek, amelyeket folyamatosan karban kell tartani és szívesen segíték édesapámnak ezekben, amelyek egy részét kezdem átvenni tőle. Érdeklődésem régóta a mezőgazdasági gépek és azoknak a működésére, karbantartására koncentrálódik, amelyet azóta is folyamatosan tudok csinálni.

A mezőgazdaságba ismerősök által kerültem bele gimnáziumi tanulmányaim során, ugyan nincs családi kötődésem a földműveléssel kapcsolatban, mindig is nagyon érdekelt a téma, természetesen inkább gépészeti szakirányból, de a talajmunkákban és aratásban is többször tudtam már vezetni egyes gépeket. Ezen gépek folyamatosan fejlődnek és mindig új kihívások elé állítják a mérnököket és a gépkezelőket. A gépekkel való munka folyamatos, hiszen vetés után is foglalkozni kell velük, illetve az aratás időben való kezdése rendkívül fontos, emiatt a rendszeres karbantartás és felújítások elengedhetetlenek.

A gyártó mindig előírja az adott alkatrészek és egyes részek kötelező szervizének idejét, amelyet adott üzemóránként el kell végezni. Ha a motor az élettartamának végéhez közelít és elér egy bizonyos előírt üzemórát, akkor azt a motort át kell vizsgálni, a kapott eredmények után kell eldönteni, hogy mi a további teendő a motorral. Ha az adott paraméterei nem felelnek meg az előírtaknak akkor lehet egy felújítást vagy motorcserét javasolni.

A motor kiszerezését követően elszállításra kerül a központi felújítóba. Ahol először méréseket végeznek az állapotáról, amelyből utána megállapítják, hogy mi lehet az, ami elkopott, elhasználódott, vagy egyéb esetben akár meg is rongálódott, majd ezt követi a teljes szétszerelés és szemrevételezés történik. A felmérés után megállapítható, hogy melyek azok az alkotóelemek, illetve részek, amik cserélendők, egyes esetben elég felújítani az adott alkatrészeket, amelyre szerencsére többségében a cégen belül van lehetőség. Az új alkatrészek tekintetében célszerű a gyártó által előírtakkal pótolni, amelyből érdemesebb a gyárit és nem az utángyártott alkatrészeket beszerezni a hosszabb és pontosabb működés elérése céljából. A

felújítás egyes esetekben sokkal gazdaságosabb, hiszen egy új motor és annak beépítése sokkal drágább lehet, az új alkatrészek beszerelése egy használt motorba ugyanúgy üzemszerűen működhet hosszú üzemórákon keresztül, illetve garanciális motornál egyértelműen sokkal célszerűbb.

A beérkezett motort a felújítás után fékpadi és egyéb laboratóriumi körülmények között le kell mérni, hogy milyen mértékű javulást értünk el. A fogyasztást kell mérni gazdasági okok miatt, hiszen lehet hatalmas teljesítménynövekedés, de ha az a motor rengeteg hajtóanyagot fogyaszt, akkor nem járt sikerrel a felújítás.

Az erőgépet a szervízbe való beérkezése után előkészítem a szervizes munkatársakkal a mobil fékpadi mérésre. Az előkészületek után csatlakoztatható a fordulatszámmerés és terheléshez használatos TLT-re csatlakozó tengely. A traktor motorjának teljesítményét megmérem a fékpadi segítségével és a mérnökkel való konzultáció során megbeszélem, hogy milyen felújítás alkalmazandó. A felújítás során elvégzem az adott alkatrészek felmérését és a korábban megbeszélteknek megfelelően kicserélem az elhasználódott alkatrészeket és minden utasítást követek a javításiútmutató alapján. Minden alkatrészt a gyártó által előírt cseredarabra kicserélek, és mindenből újat szerelek be. A javítás befejeztével újból előkészítjük a gépet a fékpadi mérésre és ezáltal egy újabb mérést végzek rajta, ellenőrizve a felújítás sikerességét. Ezen adatokat tanulmányozom és a mérnökkel való megbeszélés után kielemezem. Ha a felújítás sikerrel járt, akkor az ügyfélnek visszaszolgáltatható a tulajdonában álló erőgép.

2. Dízelmotorokkal kapcsolatos szakirodalom

Az emberiség történelmében mindig is nagy kérdés volt az energiaforrások és egyéb gépek használata, hiszen a gyors fejlődésnek köszönhetően az állati erővel vont gépek nehezen tartották a lépést a nagy távolságokkal, hatalmas megművelendő területekkel. Ennek kiküszöbölésére kezdtek el a mérnökök gondolkodni, hogy mi az, amivel fel tudnák váltani az emberi, illetve állati erőt.

2.1 Dízelmotorok fejlődéstörténete

Első újítások már az 1700-as évek elején kezdtek elterjedni, főleg bányák talajvizének kiszivattyúzására használták. Azonban az igazi nagy áttörést a 18.-ik és 19.-ik század fordulópontján jelent meg, ekkor James Watt, egy skót feltaláló hozta létre a korábbi gőzgép továbbfejlesztett változatát, amely nagyban elősegítette az első ipari forradalmat. Először az iparban voltak használatosak, de gyors fejlődésüknek köszönhetően hamar elterjedt más felhasználási területen. Ezen gépek sokszor járószerkezet meghajtás nélkül, egyhelyben álló, stabil erőforrások voltak, amelyek például mezőgazdaságban a cséplést, vagy akár már a szántás feladatát is el tudták végezni.

Ugyan a gépek igencsak rossz hatásfokkal és nagyon lassan tudtak haladni, emiatt kilátásban volt egy újabb, korszerűbb, de hasonló elven működő egység feltalálása. A nagy áttörést Nikolaus Otto hozta el az 1860-as években, amikor megalkotta az első belső égésű motort, amely a hajtóanyag hatására mechanikus munkát hoz létre, amely már felhasználható volt nem csak az állómunka elvégzésére, hanem a folyamatos haladásra is. A motor működése négylépcsős Otto-ciklus alapján történik, amelyben egy szikra lángja miatt indul be az égés.

Ennek alapjára építette meg Rudolf Diesel az első dízelmotort az 1890-es évek elején, amely alapjaiban hasonló és ugyanazt a célt szolgálja, mint a benzinmotorok, de egy jelentős eltéréssel. Míg az Otto-körfolyamat lejátszódásához egy szikrára van szükség, addig a jelen esetben a dízel befecskendezése után az összetömörített, felhevült levegő-üzemanyag keverék öngyulladásra megy keresztül, amely miatt így nagyobb nyomáson megy végbe a folyamat. A nagyobb csúcsnyomás és gyújtógyertya hiánya miatt hatékonyabb és gazdaságosabb az üzemeltetése, mint a korábban említett elődei.

Az elterjedés a feltalálás után hamar világszerte nagy teret nyert, jobb üzemanyag-hatékonysága és megbízhatósága miatt, amely elsősorban fontos volt a hosszabb utak és munkák megtételére, amely szállítmányozásban és mezőgazdaságban is felettébb fontos, hiszen nagy teljesítményt és jó hatékonyságot biztosítanak.

2.1. Dízelmotorok a mezőgazdaságban

A mai modern erőgépek szinte mindegyike belső égésű, dízelmotort használ, amelynek számos előnye van. Az egyik legfontosabb szempont az általában a nyomaték, amelyet ezek a motorok alacsonyabb fordulaton is le tudnak adni, ez nagyban elősegíti a hatékonyabb fogyasztást és a talajmunkánál fontos vonóerőt biztosítja. Valójában kötöttebb talajoknál nagyon fontos, hogy az adott gép elbírja és megfelelő szélességben dolgozni tudjon, például szántani tudjon egy adott géphez megfelelő számú ekefejjel.

Mivel a mezőgazdaság egy szezonális munka, amely minden évben ciklikusan követi önmagát ezért fontos, hogy a gépek tartós és hosszú élettartamú kialakítással készüljenek. Nem egyszeri példa, hogy folyamatosan használatban vannak a nap 24 órájában és csak kisebb pihenőkre vannak leállítva, mert a termelésnek folyamatosnak kell lennie és a hatalmas területeket meg kell művelni az esetlegesen romló időjárási körülmények előtt. Illetve a növényeknek is megvan az adott fajra jellemző fejlődési idejük és, hogy mikor kell azokat elművelni. Ezek a szempontok miatt a gyártók mindig törekednek a minél hosszabb élettartamra, természetesen ők is meghatározzák és előírják a kötelezően elvégzendő feladatokat. Ilyenek közé tartozik az előírt üzemóránkénti olajcsere, amelyet nagy valószínűséggel meg is határoznak márkára pontosan. Az ezekhez tartozó egyéb szűrők cseréje is nagyon fontos, hiszen sem az üzemanyagban, sem az olajban vagy a bejutott levegőben nem szeretnénk szennyeződést bejuttatni az égéstérbe, hogy az ott károkat okozzon. Egyéb nagyon fontos folyadék a hűtőfolyadék, ennek a fő szerepe, hogy a túlmelegedést és emiatti károsodását a motornak elkerüljük. A folyadékszint ellenőrzése nagyon fontos, ezt célszerű rendszeresen megtenni.

Az üzemanyag bejuttatása injektorok segítségével történik, amely idővel elkophatnak vagy szennyeződés miatt rosszabb hatásfokkal juttatják be az üzemanyagot, amely a tiszta égést rontja. Ezek tisztítása vagy esetenként cseréje szükséges a hosszabb élettartam és hatékonyabb működéshez.

A belsőégésű motorok nagy hátránya közé tartozik, hogy károsanyagot juttatnak a légkörbe és ezzel szennyezik a környezetet. Ezen apró részecskék egészségügyi problémákhoz vezethetnek, amelyek hosszútávon is kihatással vannak az emberi szervezetre, de globális tekintetben a klímaváltozáshoz is köthetőek. Az ilyen esetleges nagyobb károk megelőzésének érdekében a világszervezetek korlátozásokat és szigorú követelményeket, előírásokat hoztak létre, ezen szempontok betartását folyamatosan ellenőrzik és figyelik.

Ezen előírások miatt jött létre több korlátozás is a motorok teljesítményére, illetve egyéb adalékanyagok hozzáadására. A dízelmotorok ennyivel előnyösebbek, hiszen tankolás szempontjából lehet többféle üzemanyagot használni. Ilyen üzemanyagok közé tartozik a biodízel és más egyéb alternatív hajtóanyagok, amelyek előállítása zajlik újra felhasznált alapanyagokból, így hozzájárulnak a fenntarthatóbb jövőhöz. Más alternatívák járhatnak a kevesebb vagy kevésbé környezetszennyező anyagok kibocsátásával, természetesen ezek sem tökéletesek, de folyamatosan történnek kutatások egy új, zöldebb jövőkép kialakításához.

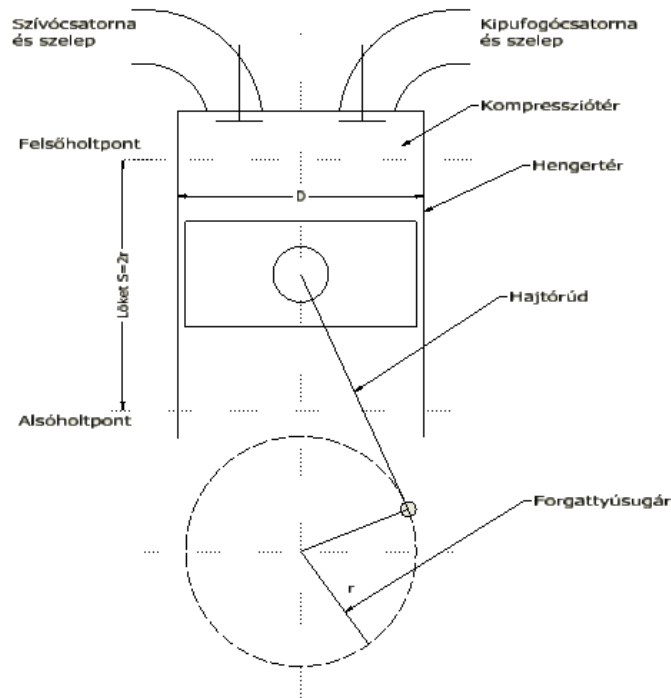
A dízel meghajtású motorok esetében a szállítmányozásban vagy mezőgazdasági tevékenységben résztvevő motoroknál a fogyasztás nagyon fontos. Itt sok esetben nem áll rendelkezésre a közelben egy töltőállomás, ahol hajtóanyaggal tudnánk ellátni a járművet. Emiatt nagyon fontos, hogy a fogyasztásunk alacsonyabb és gazdaságosabb legyen, illetve a nagyobb járműveknél szokás plusz vagy bővített tartályokat beszerezni.

Természetesen a mai modern motoroknál kötelező a karbantartás és a folyamatos ellenőrzés, amelyet a gyártó is előírhat a hosszabb élettartamhoz és működéshez. Sokszor a gépkezelő feladatai közé kell tartozzon a szemrevételezés és ez által jól érzékelhető esetleges problémák kiszűrése. Egyes meghibásodások zajjal járnak és a tapasztalt szakemberek számára könnyen felismerhető hang alapján, hogy mi okozza a problémát. Ezen szempontok természetesen a régebbi, kevésbé korszerű motoroknál is helytállnak, de azoknál kevésbé bonyolult akár az elektronikai szenzorok, akár más egyéb technikák.

Sok esetben a meghibásodásokat a beszerelt megfigyelő szenzorok, amik különböző helyen vannak elhelyezve és összeköttetésben állnak a fedélzeti számítógéppel időben jeleznek. Ezeket a hibakódokat monitor segítségével a számítógép számunkra is meg tud jeleníteni és megelőzhetővé teszi a meghibásodást.

2.2. Belsőégésű motor bemutatása és felépítése

A motor belsejében található a dugattyú illetve az ahhoz csatlakozó egyéb részek, amelyeket az alábbiakban ábra segítségével szeretnék bemutatni.

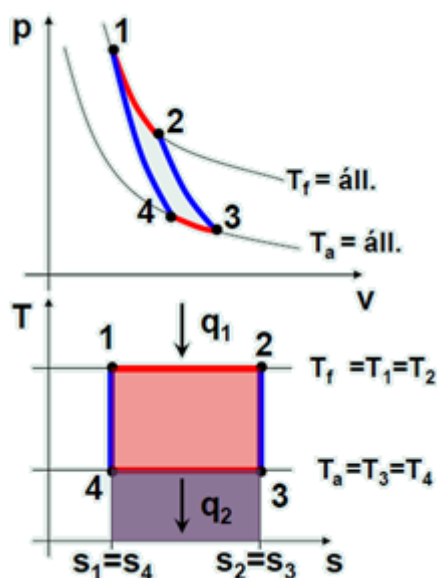


1. ábra: Belsőégésű motor elnevezései

A hajtórúd a főtengelyen van elhelyezve, amely körbe mozog és a dugattyút az alsóholtpont és a felsőholtpont között mozgatja. A vezérműtengely segítségével mozognak a szelepek, szíváskor nyit az egyik oldali, amely a szívócsatorna felől van elhelyezve. Az üzemanyag befecskendezésről a későbbiekben lesz folytatás, de annak függvényében érkezik az üzemanyag is, hogy hol található a befecskendező. Kipufogáskor pedig a leömlő felőli oldali nyílik, és ott távozik a kipufogógáz. (forrás: Fülöp, 1990. Belsőégésű motorok. Budapest)

A belsőégésű motoroknak alapvetően négy ütemük van, amelyekhez rendelhető a nyomás-térfogat alapján diagram, ezt jól szemlélteti az alábbi ábra és leolvasható az egyes ütemekben fellépő nyomás, illetve térfogat változás alapján az ütemek fázisai.

2.2.1. Működési elve, Carnot-körfolyamat



2. ábra: Carnot-ciklus

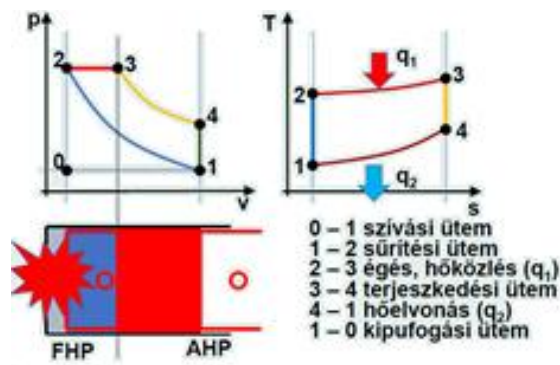
(forrás: Kurják-Műszaki hőtan BSc, Carnot körfolyamat)

P-V diagram

Az ábrán jól látszik az energiaváltozás, amely jól szemlélteti, hogy az égést követően milyen értékek hogyan változnak. A diesel körfolyamat diagrammján szemléltethető igazán milyen munkapontok és fázisok vannak.

A diagram alapvetően a nyomást (P), és a térfogatot (V) hasonlítja össze. Ezen két érték változásaiból kapunk összefüggéseket.

2.2.2. Diesel körfolyamat ciklusa



3. ábra: Diesel körfolyamat

(forrás: Kurják-Diesel körfolyamatok)

A szemléltető példán jól látszik, hogy honnan indul a folyamat és hova érkezik. Az első fázisban megtörténik a szívás, amely a nyitva lévő szelepeken át történik. Ezután a dugattyú megindul a felsőholtpont felé és ezen az úton összesűríti a beáramlott, vagy a befecskendezés során összekeveredett levegő-üzemanyag keveréket. Miután a dugattyú megáll, a felsőholtpontban megtörténik az öngyulladás, amely során úgy terjeszkedik a gázelegy, hogy az nem változtatja meg először a nyomást, hiszen a dugattyú elmozdul, ez a terjeszkedési fázisa. Az égést követően nyitnak a szelepek és kiáramlik a kipufogógáz, amelyek egyes szűrőkön és utánkezelő rendszeren átesve a szabadba kerülnek. A dugattyú következő ütemében lefele mozdul el és kezdődik újra a szívástól.

A diagramhoz tartozik egy vele összefüggésben lévő hőmérséklet-entrópia diagram, amelyen a kiszámítható befektetett munka, illetve nyert munka közti különbség leolvasható. Ezek az újabb fejlesztésű motorok ugyan jobb hatásfokkal rendelkeznek, mint a korábbi elődjeik, de veszteségek itt is fent állnak. Ez a hatásfok olyan 40 % körüli, amelyet nagyon sok tényező befolyásol, hiszen az üzemanyag minősége és a környezeti, időjárási feltételek is változhatnak.

2.3. Motor veszteségei üzemelésekor

Mivel teljes mértékben veszteség nélküli gépek nem léteznek, ezért tervezés során figyelembe kell venni a veszteségeket, amelyek egy motornál, illetve a teljes rendszerben létrejöhetnek. A mai modern technológiáknak köszönhetően szerencsére rendkívül sokat tudunk javítani a hatásfokokon, viszont minden esetben van veszteség, amely javítására folyamatosan történnek fejlesztések.

A legfőbb veszteségek a hő és súrlódás által jönnek létre.

A hő, amely a kipufogásnál távozik a környezetbe, nem tud hasznosulni, egyes esetekben a turbóval ellátott motorok esetében a feltöltő meghajtásáról gondoskodik, de ezek alapvetően nem segítik elő a meghajtást a járászerkezetre vagy egyéb elektronikai motorokhoz. Az ilyen veszteség-hő az égés miatt nem felhasználható.

A motor belsejében lévő mozgó alkatrészek jelentős része olajban fut, amely elősegíti a kopás csökkentését, illetve hűtést, de a súrlódás itt sem elhanyagolható, hiszen az is hőfejlődéssel és kopással jár. Ez a fajta kopás az anyag leválásához vezethet, amelyet az olajból egy szűrő segítségével el kell távolítani, hogy az ne okozhasson nagyobb gondokat. Mivel az olaj kis

résekben és vezetékben folyik nagyon fontos, hogy ne juthasson oda semmi, mert ha az adott vezeték eltömődik, és nem jut egyes helyekre olaj az a túlmelegedés vagy kopás miatt a motor élettartamát rendkívül lerövidítheti. Ezért nagyon fontos a folyamatos olajsztint ellenőrzése, hiszen ha túl gyorsan csökken a szintje, akkor az kezdődő hibákra adhat előrejelzést. Az időszerű, folyamatos olajcsere is nagyon fontos, az olaj élettartama, lehet az akármennyire jó minőségű nem végtelen. Az olaj színén és állapotán is lehet felfedezni esetleges elhasználódásokat, az olajszűrőben esetleges lerakódás mutathatja a belső kopás mértékét is.

A motor túlmelegedésének megakadályozására hűtőfolyadékot vezetnek keresztül a motor egyes részein, amelyek egy folyamatosan keringő rendszerben egy hűtőn keresztül adott hőmérsékleten marad. A hűtést nagyobb sebesség esetén a menetszél szolgáltatja, mivel ezek az erőgépek sokszor lassan dolgoznak ezért ebben az esetben egy ventilátor folyamatos működése segíti az adott hőmérséklet fenntartását. A szennyeződések is lerakódhatnak a hűtőn, ezért az a gépkezelő feladatai közé tartozik, hogy tisztítsa időközönként a motorteret és annak alkotórészeit.

A befecskendezett és elégett üzemanyag nem minden esetben tud tökéletesen elégni, ezért a kipufogógázban is maradhat el nem égett hajtóanyag. Mivel sok tényező, akár időjárás is befolyásolhatja az égést és jön létre tökéletlen égés, ezért ezt a tényezőt nehéz befolyásolni, de a mai modern porlasztó rendszerek jó hatásfokkal tudnak dolgozni, de nem veszteségmentesen.

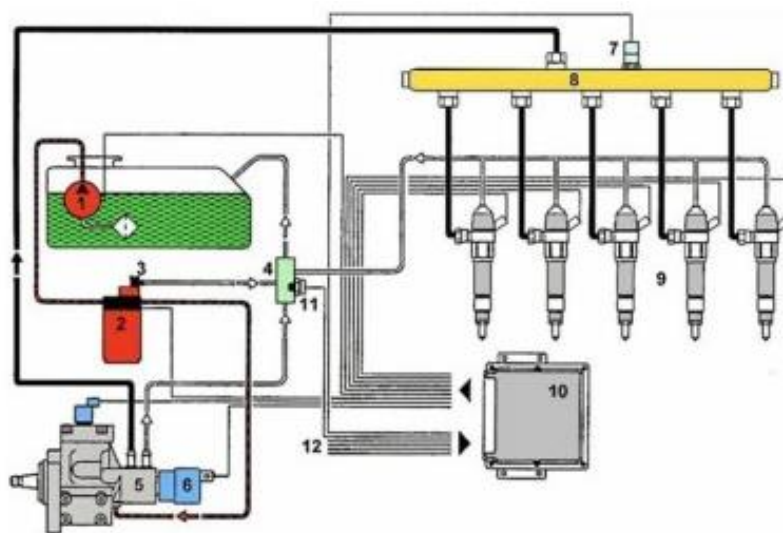
A motor hatásfokát ugyan közvetlenül nem befolyásolja, de az egész rendszerben rendkívül sok negatívum van, amely befolyásolja a maximum átvihető teljesítményt. A járószerkezet esetében a csúszás is befolyásoló tényező lehet, de a hajtást is több különböző módon lehet a járószerkezetnek átadni. Egyes esetekben nem a motorról kapja közvetlenül a meghajtást a kerék, hanem lehet hidraulikus megoldást is alkalmazni, amely különleges esetekben fontos a helykialakítás miatt, ezért itt a motor hatásást másféleképpen kell értelmezni.

2.4. Befecskendező típusok és feladatuk

Számos dízelbefecskendező rendszer létezik, de a fejlődéssel jelenleg a nagy nyomás szabályzású Common-rail rendszer a legelterjedtebb, főleg traktortechnikában. A fő jellemzői közé tartozik, hogy minden egyes befecskendezési folyamatra újra és újra előállítja a befecskendezési nyomást. Más befecskendezőkkel ellentétben a Rail-rendszer motorfordulatszámtól és dózismennyiségtől függetlenül dolgozik, emiatt a tárolóban mindig rendelkezésre áll az üzemanyag, innen elosztó csövön jut el minden egyes porlasztóig.

2.4.1. Common-Rail befecskendező rendszer

Rendkívül magas, akár 2500 bar-os nyomással is dolgozik a rendszer, emiatt jobb porlasztás jön létre, amely nagyban befolyásolja a fogyasztást és a károsanyagkibocsátást, és egyúttal a motorteljesítmény növekedéssel is jár a többi megoldáshoz képest. Ezt a nyomást egy magasnyomású szivattyú valósítja meg, amelyet emiatt megfelelően kell szűrni, hiszen nem juthat be semmilyen szennyeződés. Ezután a szivattyú egy közös elosztóvezetékbe juttatja a tüzelőanyagot, ahol minden egyes vezeték csatlakozik egyesével a hengerek befecskendező szelepére.



4. ábra: Common-Rail

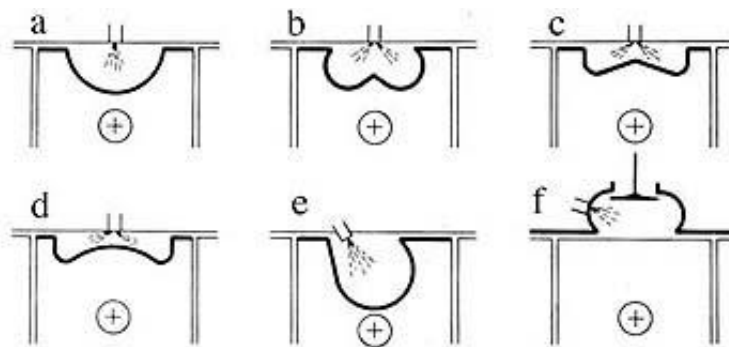
(forrás: Mátyás-Dízelmotorok, Commonrail)

„Az üzemanyagot az üzemanyag-tartályban található elektromos üzemanyag-szivattyú (1) mágneses üzemanyagszűrőn (2) keresztül üzemanyag előmelegítéssel (3) szállítja a nagynyomású szivattyúhoz (5). A nagynyomású szivattyú (5) (fogasszík hajtja) biztosítja a szükséges nyomást a Rail-ben (8). Az üzemanyag-nyomás megállapítása a Rail-ben (8) Rail-nyomásérzékelőn (7) keresztül történik és szabályozása a nyomásszabályozó szelepen (6) keresztül a nagynyomású szivattyún a befecskendezett mennyiségtől függetlenül történik az EDC-vezérlőegység (10) által megadott nyomásra.” (forrás: Mátyás-Dízelmotorok, Commonrail)

2.5. Égéstér kialakítások a belsőégésű motoroknál

Többféle égéstér kialakítás létezik, amelynek a befecskendezéséhez kettő fő kialakítás elterjedt, amely osztott vagy osztatlan lehet.

2.5.1. Osztatlan égéstér kialakítások



5. ábra: Osztatlan égéstér

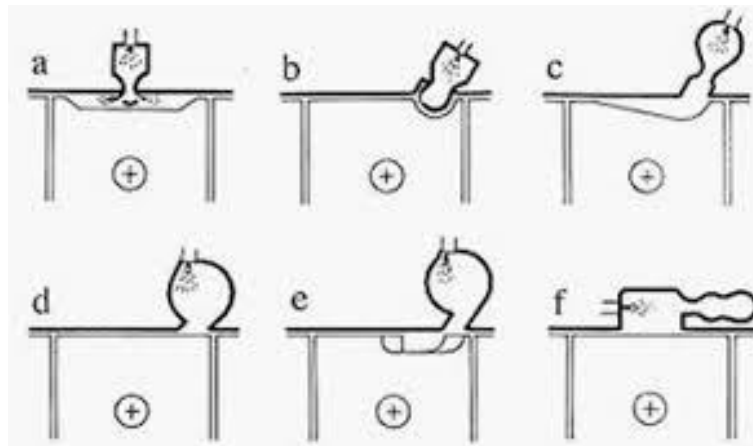
(forrás: Bukovinszky)

„A sűrítési viszony 14-24 között szokásos. A keverékképzést elősegíti, ha a tüzelőanyagot több sugárban és finoman porlasztjuk be, a levegőt pedig örvénylésre kényszerítjük.”

(forrás: Bukovinszky-Bemeneti kompetenciák mérési értékelési eszközrendszerek kialakítása)

Ezen esetben a porlasztó közvetlenül az égéstérbe fecskendezi be, amelynek többféle kialakítása is lehet. A befecskendezés időzítése a szívási ütemen belül is fontos, hiszen a beáramló levegővel ekkor tud könnyedén elkeveredni, amely jobb égést eredményez, ezáltal a hatásfoka és a károsanyag kibocsátása is hatékonyabb.

2.5.2. Osztott égéstér kialakítások



6. ábra: Osztott égéstér

(forrás: Bukovinszky)

„Az előkamra térfogata a főégéstér 25-40 %-át teszi ki. A befecskendezés az előkamrába történik. A befecskendezett tüzelőanyag meggyullad, a hőmérséklet rohamosan emelkedik.

A kialakuló nagy nyomás az előkamrából nagy sebességgel kipréseli a gázt, amely még sok elégetlen tüzelőanyagot tartalmaz. Ennek a keveréknek a hőmérséklete igen magas, s amint a főégéstérbe átlép, és ott friss levegővel találkozik, folyamatosan el is ég.”

(forrás: Bukovinszky-Bemeneti kompetenciák mérési értékelési eszközrendszerek kialakítása)

Mivel ebben az esetben nem közvetlenül kerül befecskendezésre az üzemanyag, ezért itt a porlasztóban elég, ha egy kamra van, és azon keresztül nyomja be a kívánt mennyiséget. Ennek az az előnye, hogy az előkamrába befecskendezett üzemanyag már ott felmelegszik a súrlódás hatására és az égés pillanatában sokkal hamarabb kezdődik meg a tényleges gyulladás, nagyon gyorsan lejátsszódik. Ennél a folyamatnál az izzítás az előkamrában történik. Egyéb előnye, hogy magasabb fordulatszámon az áramlás során kisebbek a veszteségek és gyorsabban gyullad be.

2.6. Gyújtási sorrend és annak időzítése

A gyújtás megfelelő időzítése nagyon fontos a hatékony működés szempontjából, hiszen nagyon sok tényezőt befolyásol. A gyújtóberendezéseknek a főbb követelményei közé tartoznak:

- Bármely motor-munkapontban optimális energiával kell gyújtania.
- A felhalmozott gyújtásenergiát nem szabad, hogy befolyásolja külső hatás.
- Nagy gyújtásteljesítmény, hogy rövid idő alatt közölje az energiát.
- Optimális forgattyú-szögállással kell rendelkezzen bármely motor-munkapontban a gyújtóívnek.

A gyújtási energiát többféleképpen tárolhatja, amely lehet induktív, ami pl.: hagyományos, mágneses vagy tranzistoros lehet. Működhet kapacitív elven is, amelynél tirisztoros energiatárolás jön létre, illetve egyéb megoldásként szolgálhat még a piezoelektromos gyújtási energiatárolás is.

A mezőgazdaságban legtöbbször alkalmazott hathengeres motorok gyújtási sorrendje a következő: 153 624 az egyes hengerekre vetítve.

2.7. Utánkezelő rendszerek fontossága

Mivel égés történik a motorban, amely nem jár tökéletes égéssel, sok, számunkra akár mérgező részecske jut a levegőbe, ennek elkerülésére részecskeszűrők, illetve utánkezelő rendszerek kerülnek beépítésre az adott járműbe. Mivel az környezetvédelmi előírásoknak minden gyártónak meg kell felelniük, ezért létrehoztak motor gyártótól függetlenül különböző szűrőket, illetve megoldásokat a káros gázok légkörbe jutásának megakadályozását.

Ilyen rendszerként került beépítésre a részecskeszűrő a gépekbe, amely több elemből épül fel. Ez a berendezés szűri a motorból kiáramló kipufogógázt, amelynek elsődlegesen a korom és a környezetre káros részecskéket szűri, amely sok esetben nitrogén-oxidok.

2.7.1. Kipufogó rendszer tisztítása

Idővel ez a rendszer elkezd feltelítődni és szükségessé válik a regenerálása. Ezen feladatot a gépeket vezérelt elektronika is elvégzi, de kötelező szervízenként az arra illetékes szerelő is elvégzi. Ennek a folyamatnak a lezajlásához a motort egy magasabb fordulatszámon kell járatni és a kipufogó túlhevítésével az ott felgyülemlett el nem égett részecskéket égeti el a szabályosnál magasabb hőfokon. Ekkor a rendszer jóval az üzemi hőmérséklet fölött dolgozik, emiatt figyelni kell a motort és a hűtőfolyadékot folyamatosan, ezen szerviz körülbelül 45 percet vesz igénybe, de a hosszútávú működéshez elengedhetetlen. A járművek károsanyag kibocsátását a hatóságok is folyamatosan ellenőrzik, emiatt szigorú feltételek és előírások vonatkoznak a gépekre.

A környezettudatosság nagyon fontos, hiszen oda kell figyelni a károsanyag kibocsátásra, akár azok az emberi egészségre lehetnek károsak, vagy a Földön kelt üvegházhatást. Ezek a gépek főleg a nagyobb teljesítmény és a folyamatos működés miatt fontosak, hogy alacsonyra lehessen szorítani a kibocsátásukat és a fogyasztásukat is, ezen megoldásokra terveznek folyamatosan újabb rendszereket és meghajtásokat. A mai álláspont szerint legelterjedtebb a dízel-motor, de autópárházban nagy teret hódít az elektromos megoldás, de ez még a jelenlegi elvárásoknak nem tud eleget tenni a mezőgazdaságban. A modern gépeken sokszor látható különböző járószerkezet, amely a talajnyomást próbálja jobban eloszlatni, hiszen ez a talajnak is jobbat tesz, de az elektromos gépek akkumulátorai sokkal nagyobb tömeggel rendelkeznek, mint a hagyományos belsőégésű motorok. Illetve a jelenleg alkalmazott villamos-energia előállításához manapság is használnak fosszilis tüzelőanyagot, ezért átfogóan nézve nem feltétlenül kisebb a károsanyag kibocsátása a dízel-motoroknak.

2.8. Alternatív hajtóanyagok

Mivel a fent említett okok miatt a dízel motorokra sok környezetvédelmi előírás vonatkozik, emiatt egyes gyártók más hajtóanyagformákkal kísérleteznek. Ezek a kutatások kiterjednek belsőégésű, illetve üzemanyagcellás hajtásokra is.

2.8.1. Fosszilis hajtóanyagforrások

Általában földgáz alapú hajtóanyagok, amelyeket legtöbbször szikragyújtású motoroknál alkalmaznak. Ezek úgyszintén károsanyagkibocsátással üzemelnek, de a más összetételű tüzelőanyag miatt jelentősen alacsonyabb kibocsátást tudunk elérni.

Hátránya egy gázüzemű autónak, hogy az üzemanyagtároló rendszert az autóban külön ki kell építeni, illetve sok biztonsági előírás vonatkozik rá, hiszen a nyomás alatt tárolt gáz hajlamos lehet tűz esetén a robbanásra. Egyéb negatívuma, hogy nem várható akkora teljesítmény, mint egy benzines gépjárműnél, illetve a fogyasztás is megnőhet, viszont jelentősen olcsóbb is, mint a többi üzemanyag.

Mivel ezek az üzemanyagok nem olyan elterjedtek, mint a benzin, illetve gázolaj, ezért nem kapható még minden töltőállomáson.

2.8.2. Megújuló fosszilis anyagok

Mivel a földgáz jelenleg nem a megújuló energiaforrások közé tartozik kutatók folyamatosan keresik a fenntarthatósághoz szükséges megoldást. Ilyen kísérletek hozománya a biodízel és a biogáz, amelyet megújuló energiaforrásból állítanak elő.

Az előállítás történhet termény alapú hozzávalókból, amelyből olajok készülnek, illetve a biogáz erőműben termény alapú felhasználásból, amely lakossági hőellátást is szolgáltat, de a gépjárművekben is felhasználható hajtóanyagként.

Ezek a motorok működhetnek szikragyújtással, illetve más egyéb hajtásokkal is, de ezen motoroknak sokszor gyártási jellemzője, hogy az milyen üzemanyaggal működik, nem tankolható meg minden motor bármely hajtóanyaggal.

Jelenleg a benzin és gázolaj belsőégésű motorok a legelterjedtebbek, illetve a hibrid és teljesen elektromos hajtások is kezdenek teret hódítani, de jelenleg nem tart még ott, hogy ez minden területen alkalmazható legyen, emiatt a jelenlegi motorok fejlesztésére koncentrál a legtöbb gyártó. *(forrás: Domanovszky-Energiahordozók)*

2.9. Motorfelújítás jellemzői

A motor felújításának az alapjai ugyanazok. Először fel kell mérni a beérkezett motor állapotát, amely egy külső szemrevételezéssel kezdhető, hiszen így az esetlegesen törött részeket hamar észre lehet venni. A korábbi felhasználók és hiba érzékelőinek elmondásai alapján is lehet következtetni a hiba okára, de minden esetben érdemes akár méréseket, illetve a korábbi szaktudás alapján felmérni a motor állapotát, hogy mely alkatrészeinek lesz szükséges a cseréje vagy felújítása. Ha egyes alkatrészek kevésbé kopottak vagy sérültek érdemes azokat felújítani, hiszen az újonnan vásárolt alkatrészek jelentősen drágábbak lehetnek, mint a felújítás. Ennek a kiküszöbölésére lehet utángyártott termékeket is beépíteni, de ezt mérlegelni kell, hogy annak a motornak tényleg megfelelő az az adott alkatrész, hiszen ezzel nem biztos, hogy biztosítható az elvárt élettartam, emiatt sokszor jobban megéri az új, gyári alkatrész beszerelése. Sok esetben a szerviz garanciát is vállal az adott motor felújítására, emiatt célszerű mindent pontosan megcsinálni, beszerelni.

A felújításnak lehetnek más buktatói is, hiszen nem mindig lehetséges, minden egyes hiba feltárása. Egyes esetekben akár az új alkatrészek is lehetnek hibásak, de nagyon sok nem megfelelően sikerült felújítás hátterében emberi hiba is lehet.

„Ezért a javításnál mindig vegyük figyelembe, hogy a motor futásteljesítményét mindig a benne lévő leggyengébb állapotú alkatrész futásteljesítménye fogja meghatározni. Ez a leggyengébb láncszem elve.”

„Fontos megemlíteni azt a gyakorlatot, ami annak idején a hiánygazdaságban alakult ki a „nyugati” autók felújítására. Egyszerűen nem lehetett alkatrészt kapni, vagy borzasztóan nehezen, ezért gyakran visszaépítették az agyonhasznált alkatrészeket, és csak azokat cserélték ki, melyek teljesen tönkre mentek. Elterjedt a gyűrűzés és az úgynevezett visszahüvelyezés.”

(forrás: Nagy, 2009. Autotechnika, Diagnosztika)

A fent említett forrás alapján a motort mindig rendkívül körültekintően meg kell vizsgálni, hiszen, ha egyetlen apró hibát nem veszünk észre, akkor lehet az újonnan felújított motor hibátlan és jó teljesítmény adatokat szolgáltató, de ha az a kisebb alkatrész pont rossz helyen vagy időben romlik el, akkor az vezethet a motor újbóli tönkremeneteléhez. Ezen hibák kiküszöbölésére nagyon fontos, hogy ne csak a befektetett pénz legyen az elsődleges cél, hanem egy arra szakosodott műhelyt érdemes megkeresni a munkára. A szakemberek biztosan több tapasztalattal rendelkeznek és lehetséges, hogy az adott típussal már találkoztak és ismerik a

rendszeresen előforduló hibákat. Ezen esetben sokkal célszerűbb hozzáértő embereket megbízni a felújítással jó, ha a motor tulajdonosa is kapcsolatba kerül vagy ő keresi a szervízt, hiszen így közvetlenebb. Vannak, olyan esetek, ahol az adott szervíz végzi a teljes kiszerelet és végzi a motorfelújítást, ez több okból is előnyösebb lehet, hiszen láthatnak minden mást is motor körül, amely megkönnyítheti a hiba okának feltárását.

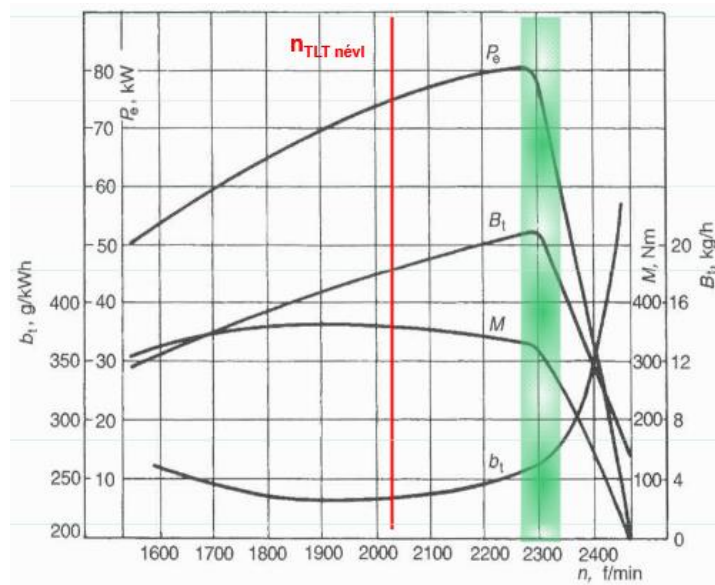
A cikkben azt is említik, hogy a régi időkben sokszor szerelték vissza a már elhasználódott alkatrészeket, ami egy oldalról érthető. A kopott alkatrész a vele együtt elhasznált házba vagy fészekbe kerül vissza, viszont az új, akár csatlakozó részek élettartamát, ezáltal rendkívül le tudja rövidíteni. A mai, modern technikai járműveknél sem célszerű, de kifejezetten negatívum, ha valaki a kopottabb alkatrészeket visszaszereli, hiszen minden nagyon finommechanikai megmunkálással, pontos illesztéssel készül. Egy csapágy kisebb hézagjából keletkezhet olyan káros rezgés, amely más alkatrészek tönkremenetelét okozhatja, ezen csapágyakból kijutó, levált fémszennyeződés is eltömíthet, vagy tönkre tehet más részeket.

2.10. Munkapont az erőgéptechnikában

A munkapont fogalma

A traktormotor adott üzeme a munkaponttal jellemezhető. A munkapont a motor üzemi főparamétereivel – azaz a főtengely fordulatszám (n [1/min]), a kifejtett nyomaték (M [Nm]) és a fajlagos hajtóanyag-fogyasztás (bt [g/kWh]) értékeivel – írható le. Ezekből a paraméterekből több más jellemző érték is kiszámítható, mint például a motor teljesítménye (P [kW]), az órás hajtóanyag-fogyasztás (Bt [kg/h]) stb. *(forrás: Varga2019. Agroforum: Gépesítés)*

2.10.1. Dízelmotor fordulatszám jelleggörbái



7. ábra: Regulátoros fordulatszám jelleggörbék

(forrás: Szente, 2016. Traktor motorok sajátosságai)

Az ábra jól szemlélteti az egyes mért adatok jellemző alakulását. A dízel hajtóanyag felhasználású motor jellemzőiről van szó, jól leolvasható a nyomaték jellegzetes alakulása. Adott esetben erőgépekről van szó, amelyek alacsonyabb fordulatszámon képesek leadni a teljes kapacitásukat, ez a jobb fogyasztás érdekében jött létre, hiszen nem kell túlpörgetni a motort. Ezen gépek képesek alacsonyabb fordulatszámon leadni a kellő nyomatékot, ami az elsődleges célt szolgálja, érdemes egy regulátorral ellátni a rendszert, amely lekorlátozza a motort, miután az leadta a maximális nyomatékot. (forrás: Varga, 2016. Traktormotor üzeme a munkapontok tükrében, Gödöllő)

Általában ez nem egy pontban van a legmagasabb teljesítménnyel, ezért a gyártók különböző fordulatszámot szoktak meghatározni az üzemi működésnek. Mivel a legtöbb új, nagyteljesítményű erőgép automata váltóval van szerelve, emiatt a váltó gondoskodik a megfelelő fordulatszámon való tartásról.

Erre a legmegfelelőbb példa a Fendt Vario típusú váltója, amely teljes mértékben fokozatmentesen végzi a váltást, ezáltal a legoptimálisabb fordulatszámon tartja a motort és nincs kitéve nagy ingadozásnak sem.

Egyes méréseknél, ahogy azt a diagram is jól mutatja, folyamatosan mérnek hajtóanyag fogyasztást, hiszen lehet jó a teljesítmény mértéke, de nem célszerű, ha emellé rendkívül magas fogyasztás párosul. Emiatt érdemes túl nagy fogyasztás esetén is megvizsgálni az üzemanyag rendszer teljességét, hiszen lehet a befecskendezőkkel probléma, amelyet mindenképpen ki kell javítani, mert nem lehet túl magas a fogyasztás gazdasági szempontok miatt sem.

2.10.2. Tapasztalatok az üzemük alapján

Mivel a traktorok hasonló jelleggörbék alapján üzemelnek sokszor regulátorral ellátva, jól jellemezhetőek az adott motorok. Természetesen gyártónként sokszor eltérések is vannak, hiszen valahol a fogyasztásra helyeznek nagyobb hangsúlyt, néhol inkább a teljesítményre. Ilyen esetekben magasabb lesz a fogyasztás és a motor is nagyobb eséllyel üzemel magasabb fordulatszámon.

A már korábban említett veszteségek, kopások miatt természetesen ezen traktoroknál a jelleggörbét folyamatosan módosítja, használattal egyre rosszabb értékeket produkál. A nem a motoron végzett mérés, illetve munka közben létrejövő esetleges hibák származhatnak a hajtás többi részéből is, ilyen veszteségek felléphetnek a váltón is, ezt akkor lehet észrevenni, ha elinduláskor a motor magasabb fordulatszámmal indul meg. Ezért érdemes mindig egy felújítás előtt megfelelően megvizsgálni a probléma forrását, hiszen nem feltétlenül szorul minden motor felújításra.

3. Az Axiál Kft. által alkalmazott technológia

A továbbiakban következik a technológia leírása és a motoron végzett mérések leírása a cég által dokumentált adatok alapján.

3.1. Hiba megállapítása

Az esetleges motorfelújítás előtt mindig meg kell győződni, hogy ténylegesen maga a motor hibásodott meg és más egyéb alkatrésze, és emiatt fontos diagnosztikát végezni. Mivel a központba csak a motor és egyéb közvetlenül hozzá kapcsolódó alkatrészek érkeznek be, ezért mindig a szerviz munkatársai kezdik meg a munkát.

Ez a folyamat úgy néz ki, hogy a partner elmondása szerint megérkezik a szervizes az adott géphez még kint a tulajdonos telephelyén, itt az elmondások alapján következtetni lehet egy hibára. Mivel a legtöbb gép már fedélzeti számítógéppel rendelkezik, emiatt a hibakódokat tárolja és ezt a szervizes számítógép és megfelelő motordiagnosztikával ki tudja olvasni. A hibakódokat több kategóriába sorolja, mely a motornál olvasható passzív hibakódként, ez azt jelenti, hogy az adott hiba, amelyre hivatkozik korábban állt fent és már nem jelentkezik a gép használata közben, akár javítással akár hibakód törléssel lett kiiktatva. Ez azért fontos, hogy láthassuk, milyen esetleges korábbi problémák álltak fent a gép életében, amely akár szennyeződéssel vagy más egyéb károsodással összefüggve okozhattak tönkremenetelt.

Az aktív hibák olyankor jelentkeznek, amikor egy hiba folyamatosan jelentkezik, és aktívan jelen van a motorban. Ilyenek lehetnek a nem megfelelő nyomásértékek, melyeket szenzorok segítségével folyamatosan mér a gép automatikusan és egy határértéket átlépve hibakódot ír. Vannak olyan géptípusok, melyek akár 5 percenként ellenőrzik is az összes berendezést, így még a hiba fennállása előtt kiszűrhető és megakadályozható egy nagyobb károsodás. A gépekbe beszerelt elektronika nagyban megkönnyíti a diagnosztikát is, illetve a számítógép nagyon magas eltérés esetén le is állíthatja a gépet, mely megakadályozhat egy teljes felújítást.

Ha a motor hibakód olvasás vagy az ügyfél leírása által nagy eséllyel következtethető egy motorikus hiba akkor méréseket kell végezni a motoron.

3.2. Mérések elvégzése beérkezés előtt

A szervizes munkatársnak el kell végezni alapvető méréseket, mellyel többek között a motor kompresszióját is vizsgálja. Ez a mechanikus hibafelvételezés kiterjed a sűrítés mértékére, ezen eljárás során a befecskendező helyére egy adapter kerül beépítésre, mely segítségével kompressziómérést lehet végrehajtani.

További méréseknél lehet veszteséget is mérni. Ennél az eljárásnál összenyomjuk a levegőt a hengertérben és megnézzük milyen gyorsan és mekkora mértékben veszik el a nyomás. Ilyenkor a kopást lehet megállapítani, a kompresszió viszonyból kiderül, hogy az adott hengernél mekkora nyomás veszik el. Ez a kopott alkatrészeknél távozhat, hiszen kopott vagy sérült hengerfalnál vagy dugattyúnál vész el a levegő.

Ez a megoldás jól meg tudja mutatni a kopás során keletkezett veszteségeket, de ha a motor fogyasztja az olajat, akkor az felrakódhat a hengerfal szélére, mely rendkívül jó tömítést biztosít, ezáltal ilyen esetben nem feltétlenül pontos eredményeket kapunk a méréssel. Minden hibának meg van a megfelelő mérési módszere, melynek előnyei és hátrányai is vannak.

Relatív kompressziómérés során önindítózásra mérjük diagnosztika segítségével a hengerek nyomását, annak állapotára ad kitekintést. Mivel egy relatív mérésről van szó, emiatt a legjobb állapotban lévő hengerhez hasonlítja a többi henger állapotát. Emiatt ezzel a módszerrel azt lehet kiszűrni, ha egy henger nem dolgozik megfelelően és mennyivel kisebb hatásfokkal működik. Olyan esetben, mikor minden hengerben túl kevés a nyomás és nem megfelelően működnek a dugattyúk nem fogunk megfelelő eredményeket kapni.

Ha minden henger a vártál alacsonyabban is teljesít nem megállapítható, hiszen, ha nincs túl nagy eltérés a mért értékek közt, akkor a mérés eredményeképp hasonló adatokat kapunk. Ilyen esetben érdemes más méréseket is elvégezni, hiszen azzal a motor teljes tartományát tudjuk mérni és nem egyben mindent.

A szakszervíz által végzett mérések alapján, ha meggyőződünk, hogy azt a motort ki kell cserélni, vagy fel kell újítani mindig beszállítatják a legközelebbi Axiál szervízmuhelybe, ahol az adott szerelő kissereli csak a motort és azt juttatja el a bajai központba.

Mivel a motorfelújítóba csak a motor érkezik be egy raklapon, emiatt könnyebb dolga van a motorfelújítóban dolgozóknak, hiszen a kisserelés és az esetleges hibák feltárása megtörtént.

3.3. Műhely, szétszerelés

A bajai Axiál Kft. központban található a motorfelújító műhely és a fékterem is, mivel a cég saját logisztikáján keresztül érkezik, emiatt gyorsan be is ér az adott motor a műhelybe. A legtöbb, jellemzőbb motortípusok közé tartozik a Deutz és a Perkins, de szokott MAN és Mercedes motor is bekerülni.



8. ábra: Axiál Kft. műhelye

A műhelyben található saját alkatrész mosó, mely megkönnyíti a tisztítást, itt már a szétszerelt alkatrészek takarítására összpontosítanak, hiszen nem elég a sima vízzel való takarítás, kötelező egy tisztítóoldatos mosás, mely letakarítja az olajsarat és az egyéb szennyeződések. Ez a fajta mosó több telephelyen is megtalálható, de ez a gép mellett van egy nagy nyomáson működő gép is, mely a szennyeződések könnyen el tudja távolítani. Ebben a gépben speciálisan be lett építve az ember kezének a kesztyű, mellyel így meg lehet fogni a tisztítandó tárgyat és nem kerül semmilyen szennyeződés az ember kezére. A mosó a külső légtértől el van választva, mely megakadályoz bármely nem megfelelő használatot és az előírt munkavédelmi szabályoknak megfelel.



9. ábra: Alkatrészmosó

A mosót gyakorta használni kell, hiszen az alkatrészek a motor károsodás során megéghetnek, olajjal szennyeződhetnek és ennek eltávolítása igencsak körülményes feladat. Természetesen a szennyeződés eltávolítása után látszik igazán az okozott kár, hiszen a megtisztítás után fedezhető fel a külsérelmi nyomok többsége, akár kopás akár kisebb repedések formájában.

3.3.1. Dokumentáció

A beérkezést követően a motor adatait fel kell jegyezni, mindent dokumentálni szükséges. A beérkező telephely neve, szétszerelés és beérkezés időpontja és rövid leírását meg kell adni megjegyzésbe. A javítás megkezdése előtt a motort körbe kell fényképezni, melyen akár külső mechanikai sérülések is látszódnak, de elsősorban a felszereltség dokumentálására szolgál, hiszen sokszor a kuplungszerkezet, generátor is a motor tartozékai közt van. és ezeket nem mindig szükséges cserélni vagy felújítani és visszakapja az eredti alkatrészeket a munka végeztével. Természetesen a motor mindig egy alkatrész, illetőleg szükség esetén egy teljes mosáson esik át, hogy szabad szemmel is láthatóak lehessenek az esetleges kopás és egyéb károsodás.

A szétszerelés során folyamatosan dokumentálni kell az alkatrészeket, azoknak a méréssel és szemrevételezéssel megállapított hibáit, kopás mértékét. A mérések során megállapításra kerül mikrométer segítségével a főtengely kopása is, melyet a gyári új alkatrészekből tudunk megállapítani. A dugattyú részei, akár a gyűrűkopás is ellenőrizhető, majd akár a korábbi szelephézag állításnál mért adatokból és a mérésekkel a szelep beverődés mértéke is megállapítható.

3.3.2. Hibalista készítése a mért adatok alapján

A szétszerelés után a feltárt hibák alapján készíteni kell egy tételes alkatrészlistát, amely tartalmaz minden olyan elemet, amelyre szükség lenne egy teljeskörű felújításhoz. A lista alapján kerül elkészítésre az árajánlat, melyet a partnernek továbbítunk annak megítélésére, hogy megfelelő-e neki. Ha elfogadja, következik az alkatrészrendelés, mely legtöbbször a gyártótól érkezik. A rendelés a cég központi rendszerén keresztül történik a gyár felé, mivel a gyártótól más rendelések is sűrűn történnek, emiatt legtöbbször belátható időn belül megérkezik az alkatrész a központi raktárba.

Ha az ügyfél nem fogadja el, vagy túl drágának ítéli meg a felújítás költségeit lehetőség van a nem teljesen elhasználódott alkatrészek újbóli felhasználására, ekkor azonban korlátozott garanciát vagy semmilyen garanciát nem vállal a beszerelésre kijelölt mérnök, hiszen a kopott alkatrészek beláthatatlan időn belül elhasználódhatnak, és újból tönkre mehet a motor.

A nem annyira elhasználódott alkatrészeket ellenőrizni kell kopásra, törésre, és ha megfelelő méretekkkel rendelkezik, akkor azt megfelelően tisztítani kell és csak úgy szerelhető vissza. A költségeket viszont, ha csökkentik, akkor a szavatosság is megváltozik. Jótállás a teljes motorra csak akkor vonatkozik, ha a teljeskörű felújítását elfogadja az ügyfél. Ilyen esetekben nemcsak a ki-és beszerelés költsége lesz, hanem maga a motor felújítása is drágább, de a garancia miatt hosszútávon célszerűbb.

Megegyezés után az ügyfél által igényelt alkatrészek megrendelése megtörténik, illetve az egyéb segédberendezések ellenőrzése is kötelező feladat ilyen esetben. Mivel a motor károsodása esetén meg kell vizsgálni az üzemanyagrendszert is, az injektorok, jelen esetben porlasztók vizsgálata elengedhetetlen. Mivel a levegőrendszeren keresztül is történhetett meghibásodás, nem megfelelő minőségű beáramló vagy szennyezett levegő miatt, ezért a

turbófeltöltő vizsgálata is szükséges, azon kopása esetén megtörténik a hibafelvétel és a partner meglátása szerint eldönti, hogy a felújítását elvégezteti, vagy újat vesz rá.

3.3.3. Egyéb hibák

Mivel a motorhoz tartoznak egyéb külső segédberendezések is, ezeket minden esetben ellenőrizni kell, kezdve a szívótorokkal, ha itt lerakódott szennyeződést találunk, akkor a levegő-hűtőrendszert is ellenőrizni kell és kitakarítani, nehogy a későbbiekben újból előforduljon hasonló meghibásodás. Szétszereléskor a hengertérben keresni kell túlmelegedésre utaló jeleket is, ez a hengerfalon egyértelmű nyomokat hagy. A túl magas hőfok esetén megszorulhat a dugattyú is, mely törést okoz.

A felújítás során azt is vizsgálni kell, hogy az adott motor mitől ment tönkre és mi okozta a meghibásodást. Minden motorhoz csatlakozó alkatrészt meg kell vizsgálni, természetesen a hibafeltárást követően lehet következtetni, mely részből származik a hiba. Ha szennyeződést találunk, akkor a levegőrendszert kell ellenőrizni, melegedés esetén a hűtőberendezés hibájára következtethetünk, illetve a nem megfelelő kenés is tud károkat okozni, emiatt ezek ellenőrzése az üzemeltetés során is szükséges. Szerviz esetén a motorolaj állapotából is lehet következtetni az állapotára. A túl magas hőhatás nagy befolyással lehet a hengerfejre, illetve a dugattyúra is, emiatt károsodás ott is felléphet.

Mivel a feladat nem csak a felújításra terjed ki, hanem a teljeskörű javításra és a hibafeltárássra is, mindig megfelelően kell eljárni, hogy ne lépjen fel a későbbiekben is ugyanolyan károsodás. Természetesen az ügyfélnek is oda kell figyelni, hogy a gyártó által előírt, eredeti alkatrészeket és kenőanyagokat használja, hiszen az élettartama így lesz a leghosszabb.

3.4. Gépi munka

Az alkatrészek javítását és gépi munkáját egy külsős cég is végezheti, de költséghatékonyabb, ha a saját műhelyben erre szakosodott szakember elvégzi.

Ilyenkor a hengerfejen nyomáspróbát hajtanak végre, hogy az mindenhol megfelelően tömítsen, és ezután következik a síkolása is, melyet pontosan kell elvégezni a megfelelő tömítés érdekében.

A szelepfedélből kiszерelésre kerülnek a szelepek és vezetőik, melyek legtöbbször cserélendők. Minden kiserelt alkatrészt követően a blokk és egyéb tartozékai az alkatrészekkel együtt tisztításra kerülnek, hiszen ez is segítheti a hiba feltárását.

A motorblokk kopása miatt bizonyos esetekben fúrásra kerül, egy megadott javítóméretre. Ehhez a mérethez tartozó dugattyút vagy gyári mérethez illeszkedő persely kell beilleszteni, amelybe már könnyedén beilleszthető a dugattyú.

A henger hónolása elengedhetetlen, hiszen különleges réteg jön létre a hengerfalon, amely az olaj kenése miatt feltétlen szükséges. Ezen eljárás során a hengerfalon kisebb bemetszések jönnek létre, amelyek körkörösén futnak a dugattyúfal mentén, ez azért szükséges, hogy az olaj ne tudjon a hengerfal mentén könnyedén elszivárogni és biztosítsa a megfelelő kenést.

A megfelelő kialakításhoz speciális szerszámra van szükség, ami körkörös mozgás segítségével a hengerfalat tökéletesíti.

A hajtókarok csapszegének perselyét is cserélni kell, kopás esetén ezt is javítani, vagy cserélni, illetve a derékszögelésére is szükség lehet.

Derékszögelés azon esetben szükséges, ha akár gyártási pontatlanságból, vagy egyéb eltolódási hiba miatt a dugattyú oldalra bólint vagy a furat merőleges-e a hengerfalra, ezek a kritériumok a folyamatos mozgás miatt kritikusak, hiszen a nem szabályos forgómozgás a csapágycak élettartamát jelentősen rövidíthetik.

3.5. Összeszerelés a gépi munka befejeztével

A gépműhelyből való visszaérkezés után következhet a motor minden alkatrészének újbóli tisztítása, nagyon figyelni kell rá, hogy a hűtőjáratokban és más részeiben ne maradjon forgács, hiszen az ott maradó szennyeződés a későbbiekben dugulást okozhat, ha pedig mozgó alkatrészek közé jut, akkor az koptatja azt. Minden esetben el kell ezt végezni, hiszen ezután következhet az összeszerelés.

Természetesen az összerakásnál figyelni kell a korábbi alkatrészeknél, hogy melyik dugattyú melyik hengertérbe kerül vissza, ilyenkor is kötelező ellenőrizni, hogy nem került-e el semmilyen repedés vagy más egyéb roncsolódás, kopás a figyelmünket. A dugattyúk befűzése után a főtengely forgatásával érdemes ellenőrizni az illesztés pontosságát, ténylegesen jó méretű-e minden. A szerelés során a hengerfej is felkerül, illetve a frissen cserélt szelepek a szelepfedéllel együtt összeszerelhetők, itt mindig figyelni kell a megfelelő tömítés használatára, amely a blokkot és a hengerfejet elválasztja, illetve a hengerfejet és a szelepfedelet.

Minden csavarnak ellenőrizni kell kézzel a meghúzási nyomatékát egy nyomatékkulcs segítségével, hiszen a megfelelő meghúzás elengedhetetlen. Ha porlasztók is lettek cserélve, akkor azokat is ellenőrizni kell, illetve a szögét is, hogy az megfelelően álljon, hiszen úgy tudja bejuttatni a hengertérbe megfelelő irányból és keveredhet el. Ezeket az értékeket mindig a gyártó írja elő és a szerelési utasításban megtalálható.

Természetesen az összeszerelést követően fel kell tölteni a motort a megfelelő olajjal, ehhez a gyártó által előírt és meghatározott olaját szükséges használni a hosszú élettartam és a garancia miatt.

3.6. Fékterem

A motorfelújító épületében található egy fékterem is, ahol az összeszerelés után ellenőrizni lehet a teljesítménynövekedést.

A cég által a mérésekre használt fékpadot az Energotest nevű cég állította össze és a típusa Energopower-400. A további rácsatlakozó eszközök folyamatos fejlesztés alatt állnak.



10. ábra: Axiál fékterem

Mivel a motor összeszerelését követően nem lehetünk biztosak az adott felújítás sikerességében, emiatt szükséges egy mérést elvégezni az adott nagyjavítás után.

Ekkor a fékpadon mért adatokat a mérés végén ki kell értékelni és összehasonlítani a gyári, új motor adataival, hiszen ekkor mondhatjuk azt, hogy a felújítás sikerrel járt.

Mivel a gyártó által végzett mérések különbözőek lehetnek, emiatt teljes mértékben mérvadó, ha jelenlegi fékpadbeállításai is megegyeznek a gyártóéval. Ezzel a féktermi vizsgálattal lehetőség van a felújítást, javítást felülvizsgálni és bebizonyítani a megrendelőnek, hogy sikerrel járt.

3.6.1. Fékpad adatai

A fékpad egy régebbi típus, melyet az Energotest Kft. nevű cég állított össze, ezáltal fel lett szerelve a mai követelményeknek megfelelő berendezésekkel, mely szolgáltatja a megfelelő hűtést is, jelen esetben két szivattyú végzi a víz keringetését és az épületen kívül hűti.



11. ábra: Fékpad hűtőköréhez csatlakozó szivattyúk

Az adott erőgépek, melyekben ezeket a motorokat használják nem mindig az optimális körülmények között üzemelnek és egyforma hőmérsékleten, emiatt lehetőség van a beszívott levegő hőmérsékletét is változtatni, ezen rendszer el van látva egy levegőszűrővel és csövön keresztül csatlakozik a turbóhoz, mely keresztmetszete úgysszintén változtatható a turbó megfelelő méretéhez.



12. ábra: Levegőrendszer

A mérést folyamatosan szabályozni kell és ellenőrizni a visszacsatolt adatokat fontos, hogy szenzorokkal legyen ellátva a motor és a segédberendezések. A képen jól látszik a levegőcső mellett a számtalan kábel és vezeték, melyet a motorhoz és egyéb kisegítő részeihez lehet csatlakoztatni, hogy az megfelelő adatokat mutasson.

A levegőrendszer rendkívül fontos szerepet tölt be, hiszen ez az, ami legtöbbet változik a gép üzeme során, emiatt ennek a megfelelő változtatási lehetőségei fontosak a mérés pontosságához.

3.6.2. Az Axiál Kft. által alkalmazott fékpad paraméterei

A berendezés legfontosabb képességei:

- nyomaték és teljesítménymérés, 400 kW lefogása 2000 1/perc fordulatszámon
- jellemző hőmérsékletek mérése, mentése: hűtőfolyadék, beszívott levegő, töltőlevegő, olaj, üzemanyag, kipufogógáz hőmérséklet
- jellemző nyomásértékek mérése, mentése: olaj, töltőlevegő nyomás
- kartergáz mennyiségének mérése
- fogyasztásmérés 0,5 %-os pontossággal
- motor jelleggörbe felvétele TLT tengelyen keresztül is.

13. ábra: Fékpad képességei

(forrás: Axiál Kft.)

A fékpadon továbbá maximálisan 2000 Nm-el rendelkező motort van lehetőség mérni, amely a nagy általánosságban kiszolgálja a követelményeket, de mai, modernebb és nagy szántóföldi munkára tervezett gépeket már ezt meghaladó teljesítménnyel is gyártják.

A mért adatok közé tartozik a hengerfej hőmérséklete is, tudjuk mérni az olaj hőmérsékletét, hiszen erre nagy szükség is van és annak a nyomását is, ez azért lehet fontos, hogy az eltömődést, mint hibát ki lehet zárni.

A levegőrendszerben mérhető a beszívott levegő hőmérséklete és légtömege is, illetve a töltőlevegő hőmérsékletet is folyamatosan mérni tudjuk.

A kiáramló kipufogógázok hőmérsékletét és ellennyomását is lehetőség van mérni, amely meghatározza a kipufogórendszer hatékonyságát, mely a motor teljesítményére is befolyással lehet. Ez úgy nyilvánul meg, hogy minél könnyebben távozik a gáz a kipufogócsöveken, annál

könnyebben tud kiáramlani a hengertérből az elégett gázelegy és a dugattyú az alsó holtpontról való mozgása során nem kell erőt kifejtsen, hiszen ellenállás nélkül könnyedén kiáramlik.

3.7. Mérés előkészítése

A mérés előkészítéséhez illeszteni kell a motort egy arra szolgáló keretre, melyen a motortartó bakok segítségével támaszkodik. A padhoz tartozik a kipufogó leömlő része is, mely mindkét oldalon megtalálható, felkészülve bármely oldali leömlőhöz.

A fékpadon találhatóak a vízcsövek, melyek a megfelelő hűtést végzik a fékpadon és a motoron is. Az ellenállását egy elektromágneses tekercs végzi, mely áram hatására nagyobb ellenállást fejt ki és terheli a motort, ennek és a motornak a hűtésére szolgál.

A hűtést és a körülölelő környezetet is lehetőség van módosítani. A mérőállomás alatt rácsos padozat található, melyen alulról adagolható a levegő, és az épület tetején lévő ventilátor és szellőzőnyílással könnyedén szellőztethető.

A mérés és a beállításokhoz szükséges szenzorokat, motortól függően csatlakoztatni kell, és ezáltal lehet egyes bemeneti paramétereket szabályozni és a mérendő adatokat egy számítógép segítségével olvasni és elmenteni.

3.8. Féktermi mérés

Ha meggyőződünk arról, hogy a motor megfelelően rögzítve van és a működéshez minden eleme a megfelelő helyre csatlakoztatva van, mely a működéshez szükséges, akkor beindítható a motor és megkezdhető a mérése előkészítése is. A motort folyamatosan adott fordulatszámon járatni kell terheletlenül, és a megfelelő hőmérsékletek elérése és beállítások elvégzése után következhet maga a mérés.

A főbb mért paraméterek kiterjednek a teljesítményre, mely jó viszonyítást ad a korábbi adataival, illetve ilyen a nyomaték is, hiszen legtöbbször erőgépek motorjairól van szó, melyek legfontosabb jellemzője a nyomaték. A nyomaték fontos a vonóerőt tekintve, és a nyomatékgörbét ellenőrizve jól látható az a tartomány is, ahol a legmegfelelőbben tud dolgozni a motor és a legnagyobb nyomatékot adja le.

A mérés lépései előre beállított fokenként haladnak. A motort maximális fordulatszámon forgatva teljes gázon elkezdjük terhelni, mely így az előre beállított léptékben csökkenti a fordulatszámot és megmutatja a teljesítményt a motorfordulat függvényében.

Általában ez a mérés a 2500-1600 fordulat/perc tartományba esik és jól leolvasható lesz hol a legmegfelelőbb a motor fordulatszáma, mely pontban adja le a maximális nyomatékot. Egyes géptípusok automata váltóval rendelkeznek és próbálják ezen a fordulatszámon tartani folyamatosan a motort a maximális nyomaték érdekében. Ez azért is megfelelőbb, mert alacsonyabb fogyasztást is tudunk elérni a kisebb fordulatszám miatt.

A mért adatokból jegyzőkönyv készül, amely hivatalosan is alátámasztja a sikerességét a felújításnak, illetve a partnernek is egy jó visszacsatolás lehet.

A mérés nem vesz igénybe túl sok időt, emiatt röviden rögzíthetők a mért adatok, melyekből hivatalos dokumentáció készül. A kiértékelt adatokat a végén a gyári adatokkal összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy az adott javítás mekkora és milyen mértékű javulást eredményezett. Ebben az esetben a mért értékek alapján megállapítható a javulás mértéke, illetve előfordulhat az is, hogy nem érünk el akkora teljesítményt, mint a gyári, de ilyen esetben is sikeresnek mondható a felújítás, hiszen a beérkezett motorhoz képest jelentős mértékű javulást tudunk elérni.

Ha a motor az elvárásoknak megfelelő volt és a megrendelő is teljes mértékben elégedett a javítással, akkor le lehet szerelni a fékpadról a motort és meg lehet kezdeni a felkészítését a beépítésre. A korábban említett plusz alkatrészek, melyek a gépekkel együtt érkeztek és nem kerültek korábban fel, mert akadályozták volna csak a mérést, azokat fel lehet már szerelni a motorra, ilyen lehet a kuplungszerkezet és a generátor. A motor komplettre szerelése után elő lehet készíteni a szállításra, ami egy raklapra való csavarozással történik meg. Ezután következhet a szétszerelés helyszínére való visszaszállítás, melyet úgyszintén az Axiál Kft. végez.

Teljeskörű felújításkor a cég vállalja a motor garanciáját, mely a későbbiekben a vevő védelmét biztosítja.

3.9. Fékpad hátrányai

Mivel a fékpadnak vannak korlátai, nem lehet a legerősebb motorokat megmérni, ezért néha nem megfelelő az összes típushoz. Általában az ilyen motorokat nem is szokás mérni, erre van más, nagyobb méretű pad, vagy a géppel együtt is lehet tesztelni.

A mai modern motorok AdBlue rendszerrel vannak felszerelve, sok motort emiatt nem lehet megmérni a korlátok miatt. Sajnálatosan minden gépnek és motornak más és más a károsanyag kibocsátása, nem lehetséges egy egységes rendszert létrehozni ennek kezelésére. Emiatt minden motornak szüksége lenne egy saját rendszeréhez való kipufogógáz után kezelő rendszerhez, mely az adott motorra lett méretezve. Ezt a motorvezérlő szenzorok segítségével méri, de e hiányával a motor vagy el sem indul, vagy lekorlátoz, így lehetetlenné téve a mérést. Mivel nem mérhetőek ezek a motorok így, ezért kell beszerezni az adott motorhoz egy annak a méreteinek megfelelő rendszert, mely annyira költséges, hogy nem éri meg, nem termelné meg egy motor a befektetett összeget. Mivel korlátozott a motorok mérhetősége, emiatt erre ki kellett találni egy másik megoldást, amely a mobil fékpad lett.

A másik hátráltatója a mérésnek az indításgátló, amely a motorvezérlőbe lett szerelve, mivel ezek a motorok nem indulnak el a megfelelő vezérlő és visszacsatolt adatok nélkül, ezeket sem lehetséges ilyen körülmények között mérni. Ezt a korlátozást egyedül a gyár képes feloldani, amely összeállította a motort, hiszen nekik van megfelelő szoftverük, mely lehetőséget ad az adott vezérlő felülírásához. Természetesen ez is egyfajta belső információ, melyet a cég nem szívesen bocsát ki szabad felhasználásra, ezért ilyen esetben nem működőképes a felülírása egyéb vállalatok számára.

A gyártóhoz való eljuttatás és ottani mérések nem teszik gazdaságossá a felújítást, emiatt ez nem fordul elő sűrűn. Ha egy motort kijuttatunk a gyártónak felújításra, akkor legtöbbször egy cseremotort kapunk cserébe, mely időben és költségben is sokkal hatékonyabb lehet. Ezen megoldásnál a megmaradt használható alkatrészeket kell csak átszerelni a motorra és a gyártó végzi a felújítást és adott esetben a méréseket is. Ha nem újít fel a gyártó, akkor abban az esetben a modellhez megfelelő korábban gyártott, raktáron lévő motorhoz lehet jutni.

3.10. Mobil fékpad

A korábban említett módszerek miatt a fékpad nem megfelelő minden méretű motor méréséhez, ezért az Axiál Kft. tulajdonában áll egy mobil fékpad, mely lehetővé teszi, hogy a traktoron keresztül mérhessünk. Ez úgy lett megvalósítva, hogy a TLT meghajtásra csatlakozik a fékpad és ezen keresztül méri annak teljesítményét.

Ez a megoldás annyiból kevésbé pontos, hogy számolni kell a veszteségekkel, hiszen itt nem a motor teljes és valós, maximális teljesítményt mérjük, hanem az addig elveszett mechanikai energia és súrlódással kevesebbet mérhetünk. Ez annyiból pontosabb, hogy olyan eredményt kapunk a gép erejéről, melyet a valóságban is át tud vinni a munkaeszközre.

További hátránya ennek a mérésnek, hogy ha a felújítás végeztével szeretnénk mérni, akkor ez csak akkor lehetséges, mikor a motor már vissza lett szerelve a munkagépbe. Általában ezt a megoldást a felújítás előtt érdemes alkalmazni, hogy az adott gép mekkora veszteséggel működik és ténylegesen érdemes a felújítást elvégezni. Olyan esetekben érezhető, hogy a traktor gyengébb, ha számára túl nagy eszközzel dolgozik és kemény földben, mely túlterheli, ezen eszközöket azért sem célszerű használni, mert a gép és a motor és annak tartozékainak élettartamát is rövidíti.



14. ábra: Axál Kft. által használt mobil fékpad

Ez a berendezés annyiból is megkönnyíti a munkát, hogy az ügyfél telephelyén is elvégezhető, emiatt sokkal könnyebb és költséghatékonyabb, mint beszállítani a gépet, kiszerezni a motort és felrakni egy fékpadra.

A működési elveként az alábbiakban képpel jól szemléltethető, hogy ezt is egy örvényáramú tekercs fékezi.



15. ábra: Mobil fékpad belső felépítése

4. Mobil fékpadi mérés

A szakmai gyakorlatom során volt lehetőség egy ilyen vizsgálatot közelről is megtekinteni és a lebonyolításában segédkezni.

Az adott traktor egy Fendt 718 Vario S4 volt, mely a tulaj elmondása alapján túl gyenge volt, ennek hivatalos bebizonyítására végeztük a mérést.



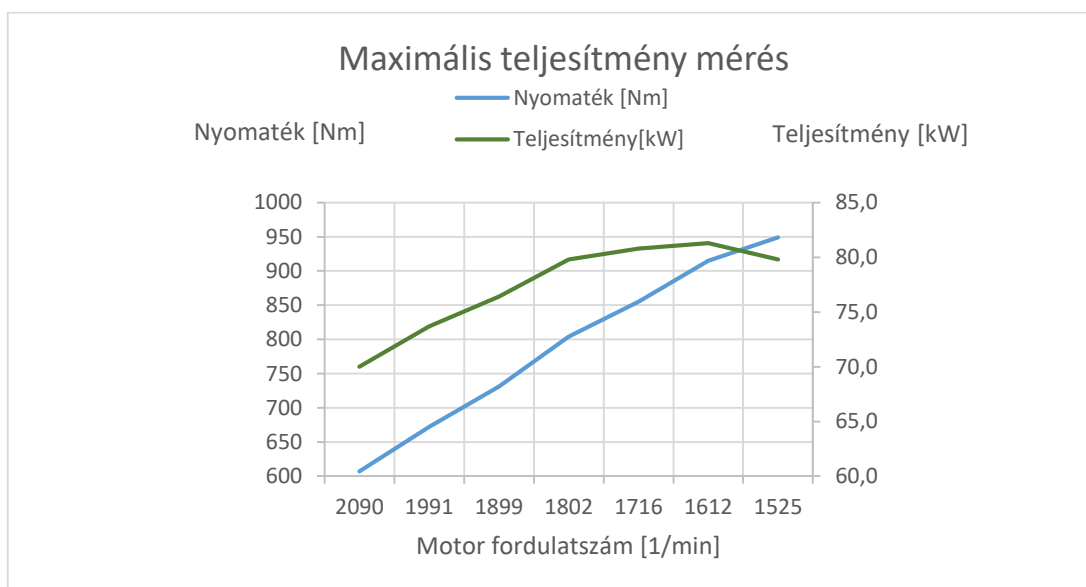
16. ábra: A mért erőgép

A gép TLT csomkjára lett közvetlenül a fékpadra csatlakozó tengely felszerelve, amelyen keresztül az erőátvitel történik. Az előkészületek során a kábeles összeköttetés megtörtént és számítógép segítségével mértük a fékpad adatait és a traktor fordulatszámát és más egyéb

motorvezérlőről olvasható adatokat. A mérés pontosságához és dokumentálásához a gép forgalmi engedélyére is szükség van, ezen adatok szerepelnek a jegyzőkönyvben is.

A mérés alapjáratí fordulatszámról indul, minden főbb utasítást a számítógép kiír, melyet a gépben ülő személynek követnie kell. Ezután teljes fordulatszámra fel kell pörgetni a motort terheletlenül. A mérés közben a maximális TLT fordulatszámról indul, melyet a terheléssel folyamatosan csökkentünk 50-es léptékben.

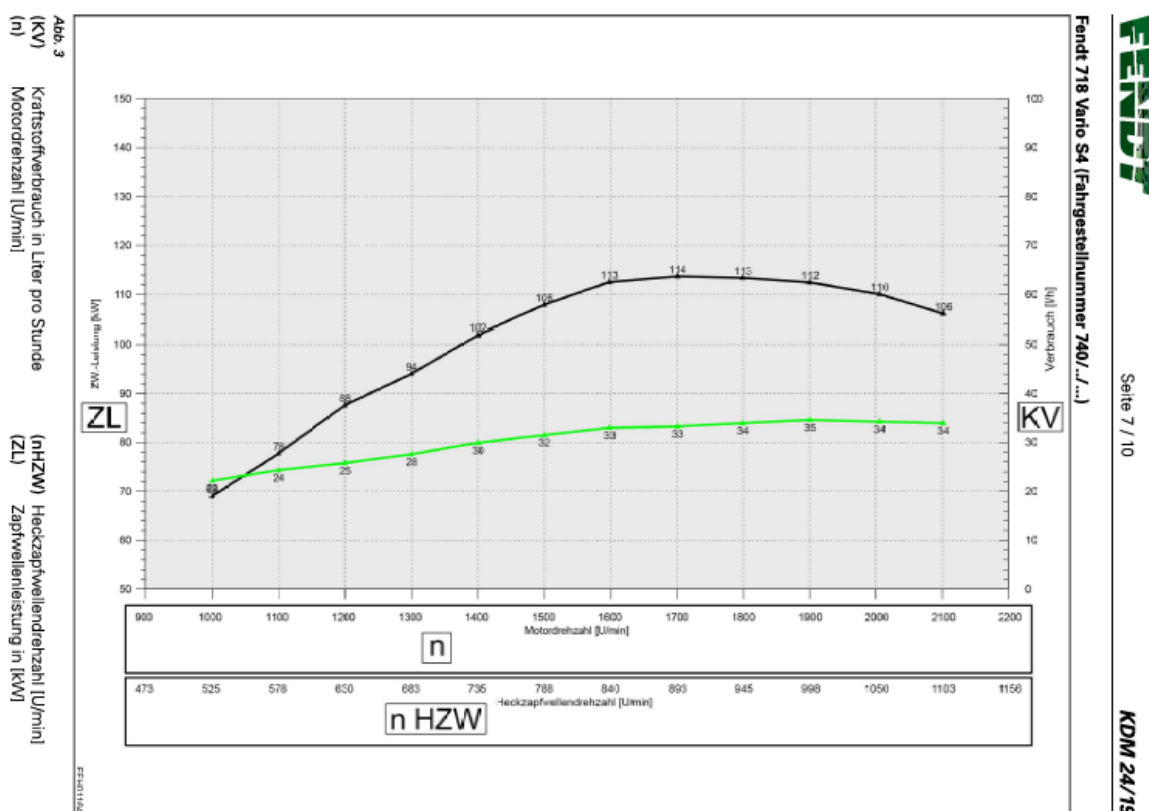
A mérés közben folyamatosan látható a beállított TLT fordulatszám, melyen éppen mérést végzünk, illetve a traktoron mért aktuális fordulatszám is. Már a mérés közben látható a teljesítmény kiloWattban és lóerőben is. Az adatok minden esetben mentésre kerülnek, melyből a későbbiekben készül a jegyzőkönyv is, a mérést a mérnök kérésére többször is elvégeztük, ebből az egyik mérés eredménye az alábbiakban látható.



	Motor fordulatszám [1/min]	TLT fordulat [1/min]	Nyomaték [Nm]	Teljesítmény [kW]
1	2090	1100	607	70,0
2	1991	1048	672	73,7
3	1899	999	731	76,4
4	1802	948	804	79,8
5	1716	903	855	80,8
6	1612	848	915	81,3
7	1525	802	949	79,8

17. ábra: A mérés jelleggörbéje

A motor mérése után összehasonlításra került a gyári jelleggörbével a mérés, mely összehasonlításánál jól látható a veszteség.



(forrás: Fendt javítási útmutató)

A szervizmérnök tapasztalatai és korábbi meghibásodások alapján az injektorok állapotát kell megvizsgálni a javítás során, hiszen az üzemanyagellátó rendszerbeli problémák okozhatnak teljesítménycsökkenést. Ezek az injektorok rendkívül drágák, ezért javasolt egy ultrahangos tisztítás, mely elvégzése után meg kell mérni a befecskendező nyomást, mely jelen esetben

1600 bar környékén van. Mivel egy kevés üzemórás gépről van szó és a gyártó vállalta az új injektorok költségeit nekünk csak ki kell cserélni és az összeszerelést követően újra fékpadra rakni a traktort, hogy mérni tudjuk a javulást. Ha ezután sem jelentkezik javulás a teljesítményben, akkor lehet a motoron további meghibásodást keresni.

A mérés során a motor adataiból, illetve külső szenzorok segítségével tudunk esetlegesen fogyasztást is mérni, ezáltal látható lesz a felhasznált hajtóanyag fogyasztás. Jelen esetben erre a mérésre nem került sor, mert a traktor saját adataiból is kiolvasható. A turbónyomás mérés segítségével megállapítható levegőrendszer bejuttatási hiba is, mely egy esetleges felújításra is okot adhat.

A motorfordulat mérése több helyen történik, a mérés közben egy kopogásszenzorral mérhető közvetlenül a motorról. Mivel a gépben van fedélzeti számítógép, ezért annak a mért adataiból is látható. Illetve a mérés közben egy személyi számítógéppel rá lehet csatlakozni az erőgép motorvezérlőjére, mely úgyszintén adatokat szolgáltat, melyet el lehet menteni későbbi vizsgálatokhoz.

A mérésnél fontos a mért adatok pontossága, hiszen kis eltérésekkel is nagyobb hibákat tudnak okozni, mely a motor élettartamát jelentősen csökkentheti. Illetve a méréshez a legmagasabb fordulatszámról kell elindulni. Ekkor a teljes gázállás van, általában a maximális teljesítményt nem ilyenkor érzük el, ezért folyamatosan csökkentjük a fékpad ellenállásával a fordulatot, mely így egy fordított, folyamatosan csökkenő görbét eredményez.

A mérés során a számítógép 50-es léptékben meghatároz egy adott fordulatszámot a TLT-n, mely addig fékezi a gépet, míg azt stabilan el nem éri, ekkor menti az adatokat. Gyengébb motoroknál nehezebb elérni a stabil fordulatot, emiatt kisebb tűréshatárt megengedünk. A mérési táblázatban, a 16-os ábrán, leolvasható a TLT fordulatszámánál, hogy megközelítőleg eleget is tesz a megadott paramétereknek. Olyan esetben, ha a fékpad túl hosszú ideig nem tudja megfelelően beállítani a fordulatot, akkor manuálisan, kézzel is lehet a mérést végezni, mely utána bekerül a jegyzőkönyvbe.

A mért traktor váltója, hidrosztatikus-mechanikus teljesítményelágazáson alapul, amely teljesen fokozatmentesen, emiatt alapesetben a traktor az üzemanyagmegtakarítás céljából, egy adott, optimális fordulatszámon tartja a belsőégésű motort. Ez a mérés során többek között meg is állapítható, hiszen az adott fordulat, melyhez a legnagyobb nyomaték tartozik az a leoptimálisabb.

4.1. Javítás menete

Ezen gépben még kevés üzemóra van, összesen 4008, amely meghaladta a garancia által előírtat, emiatt nem vonatkozik rá gyártói garancia, de a mérnökkel való egyeztetés során megtudtam, hogy a forgalmazó által tervezett élettartamot nem érték el az injektorok, emiatt állja az új alkatrészeket. Ebben az esetben a partnert csak a szervizes munkadíja terheli, nem kell az injektorokat fedeznie.

Ezen injektorok szennyeződés által tömődhetnek el, illetve gyártói hiba is előfordulhat. ezt abból következtethetjük, hogy a partner telephelyén megvizsgált üzemanyag prémium minőségű és adalékanyagokat is használnak. Természetesen egy ilyen típusú gépnél nem kellene előfordulni ilyen mértékű teljesítménycsökkenésnek, emiatt a gyártónak be kell vizsgálnia a befecskendezőket.

A gyártóhoz eljuttatott alkatrészeket labor körülmények között meg kell, vizsgálják, hogy azokba milyen szennyeződés és honnan kerülhetett be, hogy az ilyen meghibásodásokat meg tudják előzni, vagy kiküszöbölni. A visszajelzés felettébb fontos a gyártó és a szerviz felé is, hiszen minden esetben egy ehhez hasonló teljesítménycsökkenést lehet megelőzni. Mivel ezek a gépek szezonális munkákat végeznek, nagyon nem mindegy, hogy mikor kell szervízt végezni rajta, sokkal célszerűbb a téli felújítások alatt elvégezni.

A gyártó által biztosított alkatrészek beszerzése és beszerelése után következhetett a következő mérés, amely által megállapítható, hogy ténylegesen az injektor okozta a teljesítmény veszteséget, illetve ezek beszerelése után mekkora teljesítményt tud leadni.

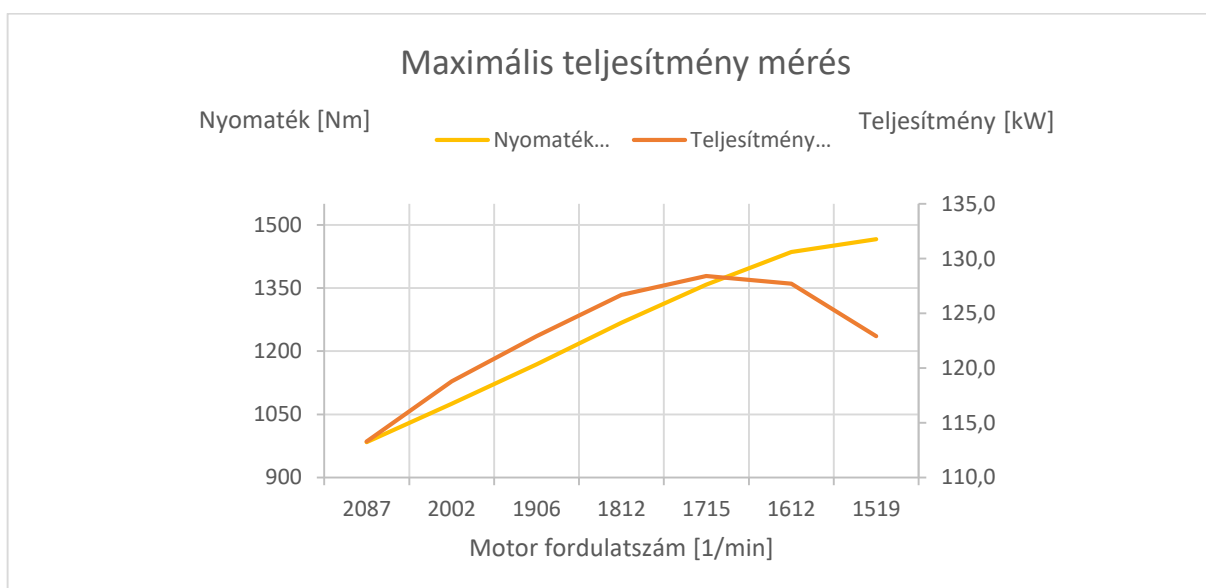
4.2. Javítás utáni mérés

Az új injektorok beszerzése után a gépen újabb mérést végeztünk, hogy kiderítsük a felújítás sikerességét. Többek között erre azért is szükség volt, hogy kiszűrhessek, hogy ténylegesen az injektorok hibája okozta a gyengülést és nem lépett fel más berendezés vagy alkatrész tönkremenetele is az erőgépen.

Természetesen ebben az esetben is többször végeztük el a mérést a pontosabb végeredményért cserébe.

Az itt elvégzett mérés ugyanazzal a mobil fékpaddal történt, amellyel előtte is végeztük a mérést. Ebben az esetben is ugyanolyan módszerrel mértünk, de már az elejétől fogva érezhető volt a mérés során, hogy a traktorban több erő van.

A mérés során ugyanúgy a teljes gázállásról, folyamatos terheléssel fékeztük a TLT-n keresztül, a pontosabb összehasonlítás érdekében ez szükséges is, hiszen ebből tudjuk pontosan a javulást meghatározni.



	Motor fordulatszám [1/min]	TLT fordulat [1/min]	Nyomaték [Nm]	Teljesítmény [kW]
1	2087	1099	984	113,3
2	2002	1055	1075	118,8
3	1906	1004	1169	122,9
4	1812	954	1268	126,7
5	1715	904	1358	128,4
6	1612	849	1436	127,7
7	1519	800	1466	122,9

19. ábra: Felújítás utáni mérés

Az ábráról leolvasható a mérés eredménye. A jelen esetben zöld kerettel jelzett érték mutatja a mért teljesítményt. Az itt leolvasott érték 128,4 kW, amely a javítás előtthöz képest jelentős növekedés.

4.3. A mobil fékpadimérés kiértékelése a javítás után

Mivel az új adat 128,4 kW lett, ezért a felújítás sikeresnek mondható, hiszen javítás előtt a mért érték csak 80,8 kW volt, ezáltal kiszámítható, hogy csak az injektorok kicserélésével 47,6 kW teljesítménynövekedést tudtunk elérni.

Ezt a mért adatot összehasonlítva a gyártó adataival azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az adott 115 gyári kW-hoz képest is jelentős növekedést tudtunk elérni. Ez a teljesítménynövekedés nagymértékben függ attól, hogy a gyártó által szolgáltatott injektorok teljesen újak, emiatt teljesen megfelelő a működésük.

A mért adatok alapján a gyártósorról kikerült géphez képest, mintegy 11,6 %-os teljesítménynövekedést tudtunk elérni. Természetesen ez a teljesítmény idővel csökkenni fog, ahogy a gép használatban van, de a felújítás előtti állapothoz képest sokkal optimálisabb az ereje.

A fentiek összegzése alapján és a mérésekkel dokumentálva elmondható, hogy a felújítás igazoltan megfelelő és sikeres volt, hiszen egy kisebb teljesítménynövekedéssel is fejeződött be a felújítás. A mérések jó támpontot szolgáltatnak a gyártó felé is, hiszen ez alapján biztosan kijelenthető, hogy a veszteséget az injektorok hibája okozta. A hiba feltárását a gyártó végzi, mely után mi is visszajelzést fogunk kapni, hogy mi okozhatta az injektorok tönkremenetelét. Ez a laborvizsgálat pontos betekintést fog eredményezni a szennyeződések összetételére, amely ezen körülmények között megállapítható lesz, hogy honnan ered.

Mivel a mérés kisebb mértékben eltér a hagyományos stabil fékpad méréstől meg kell említeni, hogy a korábban bemutatott regulátoros jelleggörbéhez képest hasonló adatot kaptunk. Mivel itt maximális fordulatszámról kezdődik a fékezés, ezért a jelleggörbe más irányból értelmezhető, itt a lefutó ágat látjuk, a felépülő rész nem látszik, mivel nem alapjárat fordulatról indul a mérés.

4.4. Egyéb teljesítménymérések lehetséges formái

Mérések során többféle módszert lehet alkalmazni a motorteljesítmény mérésére. A korábbiakban említett fékpad, amelyen a kisserelt motort mérjük, jól megmutatja a motor valós képességeit, ekkor nem csatlakozik semmilyen erőátviteli eszköz a motorhoz, magában a motor teljesítményét mérjük. Ekkor ugyan nem sok veszteség keletkezik a súrlódásból és hőveszteségből, de ezekkel is számolni kell.

Mivel a főtengelyen mérjük, a teljesítményt a motor tényleges kapacitását tudjuk meghatározni, de ez az erőátviteli rendszereken át folyamatosan csökken. Ezáltal a keréken való mérésnél már egy jóval alacsonyabb adatot tudunk mérni, hiszen ilyenkor az erőátviteli rendszer súrlódásával is számolni kell, mely úgyszintén melegszik, illetve a váltómű is valamekkora veszteséggel üzemel. Ekkor, ha a gumibroncs alatt egy görgősfékpadot használunk a mérésre, mint amit általában vizsgaállomásokon láthatunk más felhasználásra, akkor ott a csúszással is feltétlenül számolni kell. Mivel a talaj-gumibroncs kapcsolaton csúszás keletkezik, ezért a gyártó is beépített egy csúszásmérőt a gépbe, mely esetlegesen túl nagy eltérés esetén megállítja a gépet. Ez egyes esetekben megfelelő, hiszen nagyobb sárban és kevésbé tapadós utakon, szántóföldön megakadályozza a gép teljes elsüllyedését.

A görgős fékpad mérés esetén számolni kell egy körülbelül 20 %-os veszteséggel, hiszen ekkor a gumibroncs is csúszik valamennyit a padon, ezekre meg van a meghatározott képlet és előírt adat, mellyel ki lehet számolni mekkora veszteséggel üzemel. A meghatározott adatok alapján ki lehet számolni a motor valós teljesítményét a megfelelően bevitt paraméterek alapján.

Az erőgépeknél lehetőség van a hajtásátviteli rendszert is mérni, hiszen sok esetben a TLT-n meghajtott eszközök teljesítményigénye is fontos, hiszen nem mindegy, hogy mekkora teljesítményt igényel az adott eszköz. Ezen mérés során a TLT csonkra csatlakozik a fékpad, ilyenkor a gép azon tulajdonságát vizsgáljuk, hogy mekkora teljesítményt tud átadni a vontatott eszköznek.

Itt a hajtásátvitelben is lehet veszteségekkel számolni, amely az erőzáró tengelykapcsolóból adódhat, illetve a fékpad is bizonyos veszteséggel mér, de itt nincsen hőterhelés, mert elektromágnes végzi a fékezést. A mérések során alkalmazott mobil fékpadnál mintegy 10 %-os veszteséggel lehet számolni. Ez az adat viszonyítási alap is lehet, de a gyártó is mérhetett teljesítményt a TLT-n, emiatt ahhoz is rendelkezésre állhat adat, ilyen esetben ahhoz kell hasonlítani a mért adatokat.

Veszteségként felléphet az erőátviteli rendszer súrlódása, melyből következtethető, hogy kopás és hőterhelés is fellép, ezen veszteségek egy részét nem tudjuk kizárni, hiszen a gépen belüli hajtásrendszert nem tudjuk befolyásolni jelentős mértékben. A külső tényezők is nagyban befolyásolják a mérést, hiszen a hőmérséklet is nagymértékben közrejátszik, műhely körülmények között sokkal másabb, mint a kinti szántóföldi viszonyoknál.

4.5. Motorfelújítás során feltárható hibák

A felújítás során sok esetben a lehetséges meghibásodás okait is próbáljuk feltárni. A tisztítások és egyéb szétszerelés közbeni ellenőrzések során folyamatosan feljegyzésre kerülnek a feltárt hibák, melyekből a végén egyértelműen vagy nagy feltételezéssel meg lehet állapítani az adott motor hibáját. Sok esetben a nem megfelelő erőgép-munkaeszköz okozhat meghibásodást.

A nem megfelelő méretű, vagy túl nagy teljesítmény igényű munkaeszközök a gép hosszú túlterhelése során rendkívül nagy meghibásodáshoz vezethet. A motor a folyamatos túlterhelése miatt fokozott igénybevételt jelent, amely hatására hosszú távon károsodáshoz vezethet, például vetemedéshez, vagy töréshez.

A terhelés hatására a főtengelyen mérhető csavarónyomaték is megnőhet annyira, hogy az hosszútávon törést eredményezhet. Ilyen esetben a motor több alkatrészét is meg kell vizsgálni, hiszen egy esetleges törés hatására más is elmozdulhat, ha nem történt meg időben a motor leállítása.

A hibafeltárás során vizsgálni kell az alkatrészeket is, milyen szennyeződés található rajtuk, illetve, ha törés történt ki kell vizsgálni, hogy a gép milyen része terhelte túl vagy okozta az adott meghibásodást.

A partner felé egy jó visszajelzés lehet, hogy milyen gépkapcsolat nem megfelelő, vagy a talaj mennyire kötött és más, esetenként nagyobb gépet, vagy kisebb eszközt igényel. A gyártó felé pedig visszacsatolás a motorok élettartamát tekintve, hiszen a későbbi fejlesztésekhez a megfelelő megelőzés elengedhetetlen. Az új típusok bejáratásánál szinte elengedhetetlen a visszajelzés a gyártó felé, hogy az adott motoroknak milyen hosszú az élettartama és milyen meghibásodások jöhetnek elő rajta. Természetesen a gyár is minél hosszabb élettartamra törekszik, hiszen a vásárlókat ezzel tudja megőrizni és a garanciális javítás gazdaságilag nem éri meg.

5. Összefoglalás

Az elején említett motorfelépítés alapján a legtöbb motor ugyanazon az elven működik a mezőgazdaságban, amely a mai környezetvédelmi előírásoknak meg kell, hogy feleljen. Ezen előírások a motor felépítését is szigorú szabályok alapján írja elő, de a károsanyagkibocsátásra is jelentős hangsúlyt fektetnek a gyártók. Mivel ezen előírásokkal lehet a gépeket forgalmazni, a bemutatott kipufogógáz szűrő berendezésekre nagy szükség van. Munkám során viszont egyre többször találkozok olyan esetekkel, hogy ezen rendszer meghibásodásából jön létre a gépben olyan hiba, mely az előírásoknak köszönhetően megállítja a gépet. A fejlődéstörténet során jól látható, hogy ilyen rendszerrel szerelt gépek nem régóta léteznek, mégis az előírások miatt világszerte elterjedtek. A felépítésüket tekintve a gépek alapja ugyanazon az elven működik, egyes motorokban olyan mértékű eltérés van, hogy azt milyen célra tervezték, hiszen egyes gépek talajmunkát végeznek, míg más gépeknél a motor csak egy hidromotort hajt meg, ami közvetíti a meghajtást. Emiatt a motorok különböző paraméterek alapján lettek kifejlesztve.

Az Axiál Kft. kifejezetten mezőgazdasági gépekre specializálódott, de az új gépek eladása mellett a szervízre is nagy hangsúlyt fektet, amely egy rendkívül jó szervízháttérrel biztosít az eladott gépeknek. Ezen szervizek kiterjednek az egyszerű olajcseréktől egészen a komplett motorfelújításig. A cég által alkalmazott felújítástechnológiát volt lehetőségem tanulmányozni, amely során megtudtam minden egyes lépését egy felújításnak. Onnan kezdve, hogy a földön a gépkezelő azt érzékeli, hogy a teljesítmény csökken, vagy teljes mértékben megáll a motor, egészen a felújítás összes lépésén át a készre szerelésig.

A motor onnantól, hogy beérkezik a központi felújítóba, a szervízmérnök és motorfelújító kollegák feladata. A motor teljes felmérése után következhet az árajánlat kiküldése, ennek elfogadása után megkezdődhet az adott motor alkatrészeinek a rendelése, melyek megérkezéséig elvégzésre kerül a gépi munka is. Miután ezek mind készen vannak és az összes alkatrész tisztítva lett következhet az összeszerelés, ami után a már készre szerelt motort egy fékpad segítségével le kell mérni. Ez a mérés azért szükséges, hogy igazolni lehessen a felújítás sikerességét.

Mivel a cég folyamatosan szervizel gépeket, volt lehetőségem egy mobil fékpadon mérést elvégezni egy Fendt 718 Vario S4-en, amely során megállapítottuk és méréssel igazoltuk a gép valós teljesítménycsökkenését. Ezután elvégeztük a felújítást, mely jelen esetben az injektorok

cseréjére terjedt ki. A szerviz után a mérést újból elvégeztük és a mérésekkel megállapítottuk a felújítás sikerességét.

Minden esetben mindent méréssel igazoltunk, emiatt jól összehasonlíthatóak az adatok és a gyártó felé is jó visszajelzés az injektorok állapotáról. A gép a felújítás során megfelelő mérési adatokkal és teljesítménnyel szolgált, emiatt a mérést követően a tulajdonos vissza is kaphatta a gépet.

Mivel a gép adott alkatrészeinek szétszerelésekor nem találtam olyan hibát, amely a befecskendező egység hibáját okozta volna, emiatt a hiba okát gyártói oldalról kell megvizsgálni, hogy ne történhessen a továbbiakban ilyen meghibásodások. A hiba kivizsgálását laboratóriumi körülmények között kell végezni, mely eredményét továbbítani kell a szakszervizek felé, hogy minden gép a további használata során ne károsodjon meg.

6. Summary

Based on the motor structure mentioned at the beginning, most engines operate on the same principle in agriculture, which must comply with today's environmental regulations. These regulations contain strict rules on engine design, while manufacturers also place significant emphasis on reducing harmful emissions. Since these regulations are necessary for machines to be marketed, there is a great need for the exhaust gas filtering equipment presented. However, during my work, I increasingly encounter cases where system malfunctions cause errors in the machine, which, due to the regulations, result in the machine's shut down. Throughout the development history, it is clear that machines equipped with such systems have not been around for long, but with these regulations, they have spread worldwide.

Regarding their structure, the machines are based on the same principle, though there are significant differences in some engines depending on their intended use. For instance, some machines perform fieldwork, while some of the engines only drive a hydraulic motor that transmits the power. Therefore, the engines have been developed based on different parameters.

Axiál Kft. specializes in agricultural machinery, but in addition to selling new machines, it places great emphasis on servicing, providing an excellent service background for the machines sold. These services range from simple oil changes to complete engine overhauls. I had the opportunity to study the company's overhaul technology, during which I learned every step of an overhaul process—from the moment the operator on the ground notices a drop in performance or the engine completely stops, to the completion of the overhaul and reassembly.

Once the engine arrives at the central repair facility, the task falls to the service engineers and engine overhaul colleagues. After a full assessment of the engine, a pricelist is sent, and once accepted, parts for the specific engine are ordered. In the meantime, machining work is carried out by another company. After everything is ready and all parts have been cleaned, the assembly can begin, after which the fully assembled engine is measured on a dynamometer. This measurement is necessary to verify the success of the overhaul.

Since the company continuously services machines, I had the opportunity to perform a mobile dynamometer test on a Fendt 718 Vario S4. During this, we identified and measured the machine's actual performance drop. We then carried out the overhaul, which in this case involved replacing the injectors. After the repair, we performed the measurement again and confirmed the success of the overhaul with the data.

Since everything was validated with measurements, the data could be compared well and provided good feedback to the manufacturer regarding the condition of the injectors. As the machine produced the correct measurement data and performance after the overhaul, the owner was able to take the machine back following the tests.

Since I did not find any faults in the specific parts of the machine during disassembly that could have caused the injector unit's malfunction, the cause of the issue should be examined from the manufacturer's side to prevent similar malfunctions in the future. The origin must be examined in laboratory, which outcome has to be published to the service team, to prevent further malfunction.

7. Irodalomjegyzék

1. Dr. Varga Vilmos, Agroforum: Traktormotor üzeme a munkapontok tükrében
<https://agroforum.hu/assets/uploads/2018/01/201609002.pdf>
(megtekintve: 2024.05.15.)
2. https://mogi.bme.hu/TAMOP/motor_eroatviteli_rendszerek_mechatronikaja/ch10.html
3. <https://www.axial.hu/motorfelujitas>
(megtekintve: 2024.10.28.)
4. Domanovszky Henrik: Üzemeltetés és Logisztika BSc, Energiahordozók
<http://www.lng.hu/mindent-az-lcng-uzemanyagrol/>
5. Járműtechnika Tanszék Gödöllő:
<http://technika.gmgi.hu/>
(megtekintve: 2024.06.04.)
6. Nagy László, Autotechnika
<https://autotechnika.hu/cikkek/diagnosztika/2455/a-motorfelujitas-buktatoi>
(megtekintve: 2024.09.12.)
7. Bukovinszky Márta, Diesel motorok felépítése és működési elve II.
https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/13_0675_030_100915.pdf
8. <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/nagygeneral-igy-megy-egy-motorfelujitas>
9. <https://www.axial.hu/cikkek/cimkek/fendt>
10. <https://www.fendt.com/int/parts-service/fendt-services>
11. <https://www.agcopartsandservice.com/eame/en/parts/brands/fendt.html>
(megtekintve: 2024.05.08.)
12. Mátyás Csaba, Dízelmotorok: Commonrail
<https://passatklub.hu/index.php/tananyag/dizel-motorok/14-common-rail>
13. Dr. Szenté Márk, Traktor motorok sajátosságai. Hajtóanyag ellátó rendszerek.
<http://docplayer.hu/13300002-Traktor-motorok-sajatossagai.html>
14. <http://www.energotest.eu/about-us/developments>

NYILATKOZAT

Bonyai Barna (Neptun azonosítója: AU47NQ) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történővédésre javaslom / **nem javaslom**.

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

Kelt: 2024. október 22.

belső konzulens

NYILATKOZAT

Alulírott Bonyai Barna, 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 26.

Hallgató