

KÜLÖNBÖZŐ DIESEL ÜZEMANYAGOK A MOTOR ÜZEMI JELLEMZŐIRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

EFFECT OF FUEL CHARACTERISTICS ON OPERATING PARAMETERS OF A ONE-CYLINDER DIESEL ENGINE

Tollár Sándor¹, Mátrai Zsolt²

ABSTRACT

The aim of this contribution is to compare the effects of three kinds of diesel fuels on a one-cylinder diesel engine. To operate engines using less fuel, and protect the environment by lower emissions is a great challenge nowadays. To get information about the parameters of the motor during operation, experimental tests were carried out. A flue gas analyzer was used to determine the emissions and to learn more about the processes in the engine. Finally the measured data of these three kinds of diesel fuels were compared using diagrams.

1. BEVEZETÉS

A Miskolci Egyetem Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Tanszékén az ipari és a hallgatói igények kielégítése érdekében újra előtérbe kerültek a belsőégésű motorok működésének kísérleti vizsgálatai. Elindult egy átfogó program, melynek keretében korszerű motorvizsgáló laboratórium került kialakításra tanszékünkön. Ezzel párhuzamosan különböző vizsgálatokat dolgoztunk ki és végeztünk el a már korábban is rendelkezésre álló egyhengeres diesel, illetve benzin üzemű motorjainkon. A dieselmotor rezgésvizsgálatát célzó méréseink eredményéről már egy korábbi cikkben hírt adtunk. [1] Ez alkalommal a különböző kereskedelmi forgalomban kapható diesel üzemanyagok fogyasztásra, illetve káros anyag kibocsájtásra való hatását célzó vizsgálataink eredményeit szeretnénk bemutatni. A méréseket három üzemanyagfajttával végeztük, melyek közül az első egy mindenféle adalékanyag nélküli gázolaj (1), a második egy ismert prémium üzemanyag (2), a harmadik pedig egy a forgalmazó által fogyasztáscsökkentő adalékkal ellátott üzemanyag (3). A vizsgálatunk célja az volt, hogy megtudjuk, van-e kimutatható különbség a különböző üzemanyagok felhasználása esetén ugyanazon motor, valamint azonos üzemi körülmények között. A mérések alatt rögzítettük az emissziós értékeket is, így ezekre vonatkozóan is közreadjuk tapasztalatainkat. A méréseket többször is elvégeztük a pontosabb kép kiala-

¹tudományos segédmunkatárs, Miskolci Egyetem Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Tanszéke

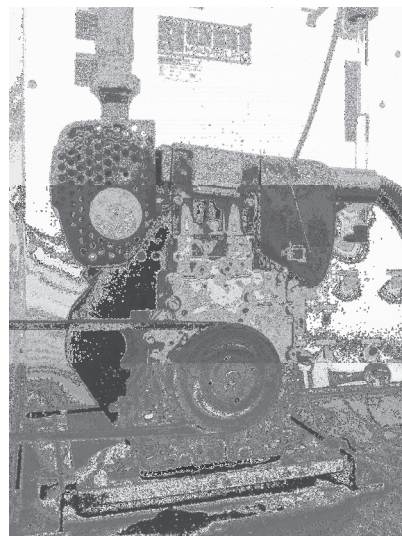
²doktorandusz, Miskolci Egyetem Áramlás- és Hőtechnikai Gépek tanszéke

kítása érdekében, a közölt adatok az azonos körülmények között végzett mérések átlagát mutatják.

2. A MÉRÉSHEZ HASZNÁLT MOTOR ÉS MÉRŐBERENDEZÉSEK

Az 1. ábrán láthatjuk a Gunt gyártmányú berendezésbe beépített Hatz 1B20-6 típusú dízelmotort, melyen a méréseket végeztük. Az egyhengeres négyütemű gép főbb műszaki adatai a következők:

- lökettérfogat $V_f=232 \text{ cm}^3$;
- sűrítési viszony 21:1;
- max. fordulatszám $n=3000 \text{ 1/min}$;
- max. teljesítmény 1,5 kW;
- hajtókarhossz $l=104 \text{ mm}$.



1. ábra. A vizsgált egyhengeres dieselmotor

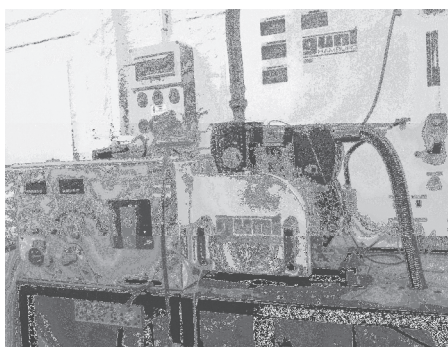
A méréseket a GUNT cég által készített fékberendezés segítségével végeztük. A motor ékszíjhajtással kapcsolódik az öt fékező egyenáramú generátorhoz. A fékpad segítségével lehet meghajtani és terhelni is a motort, valamint ennek segítségével tudjuk az üzemi paramétereket dokumentálni a méréseink során. 2. ábra.

A mérhető mennyiség közül itt csak a bevezetésben közölt cél érdekében vizsgálatokat soroljuk fel [2]:

- a fordulatszám n [1/min];
- a nyomaték M [Nm];
- a kipufogógáz hőmérséklete a dob után T_1 [C°];
- a beszívott levegő hőmérséklete T_2 [C°];
- az üzemanyag hőmérséklete T_3 [C°];
- a beszívott levegő mennyisége dv/dt [l/min];
- az üzemanyag nyomása p_{fuel} [mbar];
- a fogyasztás $cons$ [kg/h];

A számított mennyiségek közül rögzítet érték:

- a motor teljesítménye P [kW];
- a fajlagos fogyasztás $cons_{fuel}$ [g/kWh];
- valamint a hatásfok η [%];



2. ábra. A fékgéphez csatlakoztatott dieselmotor

Ezeket az adatokat az oktatómotorhoz kapott mérőberendezéssel rögzítettük.

Hogy teljesebb képet kapjunk a motorban lezajló folyamatokról, fontos a kipufogógáz összetételét is elemezni. Ezeket a rendszerhez csatlakoztatott füstgázelemző műszer segítségével tudtuk dokumentálni. A mérőberendezés, mellyel a dieselmotor kipufogógáz összetételét vizsgáltuk, egy Testo 330-2 típusú füstgázelemző volt. A készülék szondáját közvetlenül a kipufogóra csatlakoztatott csőbe helyeztük el úgy, hogy fals levegőt ne tudjon szívni. A mérések során, minden megváltoztatott terhelő nyomaték esetében dokumentált motorjellemzőkkel egy időben rögzítettük a kipufogógáz vizsgált értékeit is, melyek a következők voltak [3]:

- légfeszültség tényező λ [];
- CO₂ [%];
- O₂ [%];
- CO [ppm];
- NO [ppm];
- NO_x [ppm];

Ezeket az értékeket a mérőműszer tárolta, melyeket később számítógépre lehetett tölteni. A mérőműszer tulajdonságait, a vizsgált gázokra összpontosítva, a következő táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A füstgázelemző mérési tulajdonságai

Mért érték	Méréstartomány	Pontosság	Felbontás	Időtart.
CO ₂	0 – 10 Vol.%	±0,2 Vol.%	0,1 Vol.%	< 20s
CO	0 – 4000 ppm	±20 ppm	1 ppm	< 60s
NO	0 – ppm	±2 ppm	1 ppm	< 30s

3. A MÉRÉSEK LEÍRÁSA

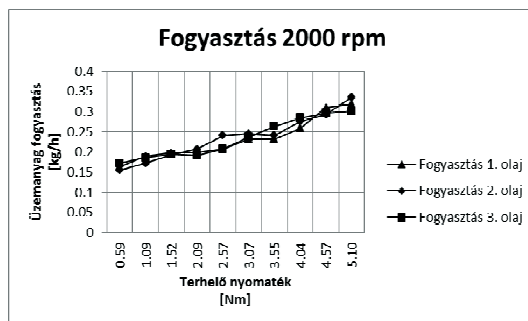
A dieselmotort különböző fordulatszámról indítva vizsgáltuk, minden esetben 0,5 Nm-ről 5 Nm-es maximális terhelésig. A mért értékeket 0,5 Nm-es terhelésváltoztatásokkal rögzítettük. Mivel a feladatunk különböző üzemanyagok motorra gyakorolt hatásainak vizsgálata és összehasonlítása volt, 3 különböző adalékkal kevert dízel üzemanyaggal végeztük el a vizsgálatainkat. Mindhárom dízelolaj a kereskedelemben is kapható, melyek közül az első adalékok nélküli (1), a második prémium kategóriás gázolaj (2), a harmadik pedig a forgalmazó által fogyasztáscsökkentő adalékkal ellátott gázolaj (3).

A mérések előkészítése minden esetben a motor üzemi hőfokra történő melegítésével zajlott. Miután a hőmérsékletek beálltak állandóra, a fékpad terhelő üzembe kapcsolásával 0,5 Nm-es terheléssel működtettük a motort, melynek így megváltoztak a jellemzői. Minimum négy perces üzemelés után lehetett minden mérési szinten elmenteni a mért adatokat, ugyanis ennyi idő kellett, hogy a megváltozott terhelés hatására megváltozott üzemi jellemzők közel konstansak legyenek. Tehát 0,5 Nm-enkénti terhelésemelésekkel jutottunk el a maximális 5 Nm-es terhelésig. Mindhárom üzemanyaggal három kiinduló fordulatszámmal végeztünk méréseket. Ezek 2000, 2500 és 3000 percenkénti fordulatot jelentenek. A kiinduló fordulatszámot a motor gázadó karjának segítségével állítottuk be.

A mérések során tehát az alábbi jellemzőket vizsgáltuk: Kipufogó gáz hőmérséklet, környezeti hőmérséklet, üzemanyag hőmérséklet, levegő térfogatáram, üzemanyagnyomás, mechanikai teljesítmény, üzemanyag fogyasztás, hatásfok, volumetrikus hatásfok, lambda érték, füstgázelemző értékei.

4. A MÉRÉSEK KIÉRTÉKELÉSE

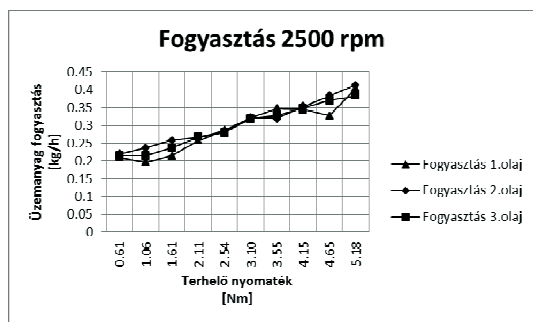
Méréseink közül elsőként a fogyasztási adatokat értékeltük ki.[4] A könnyebb összehasonlíthatóság érdekében az azonos fordulatszámokról indított mérősorozatokat egy-egy diagramon ábrázoltuk. Az 5. ábrán a 2000 fordulat/perces motor-üzemállapot összehasonlító diagramját láthatjuk.



3. ábra. Fogyasztásadatok 2000 rpm-nél

A mért értékeket összehasonlítva nem tapasztalunk lényeges eltérést az üzemanyagok között. A második mérősorozat fogyasztási adatait a 6. ábrán láthatjuk.

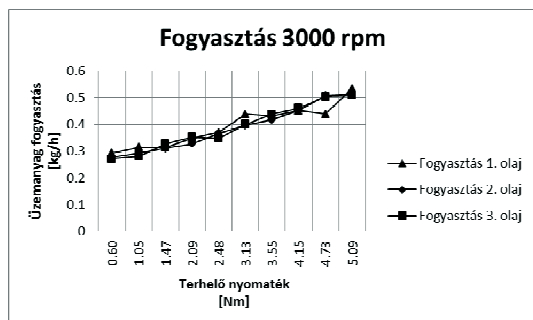
Ezen a diagramon már megfigyelhető, hogy amíg a 2. és a 3. üzemanyaggal mért fogyasztási adatok egymáshoz és a fogyasztási tendenciához is elég konzekvensen igazodnak, addig az első üzemanyag kissé hektikus adatokat produkál. A fogyasztás adatok azonban itt sem mutatnak számottevő különbségeket.



4. ábra. Fogyasztásadatok 2500 rpm-nél

Ugyanezen eredményeket kaptunk 3000 fordulat/perc értékről indított mérésorozatok esetében is, melyek eredményeit a 7. ábrán láthatunk. Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy az adalékok stabilabb, konzekvensőbb fogyasztási értékeket eredményeznek ugyan, de számottevő mértékben nem csökkentik a motor fogyasztását.

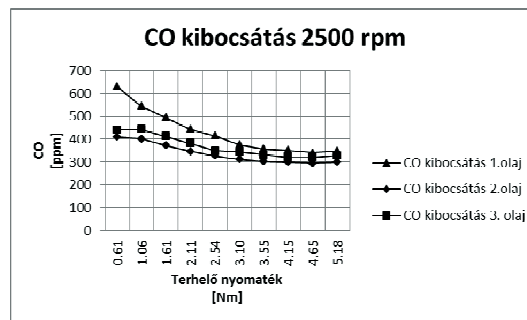
Fontos kiemelni, hogy a kísérleti motorunkon nincs semmilyen szabályozás, amely az emissziós értékek, vagy a lambda függvényében beavatkozna a hengerbe juttatott üzemanyag, illetve levegő mennyiségét illetően.



5. ábra. Fogyasztásadatok 3000 rpm-nél

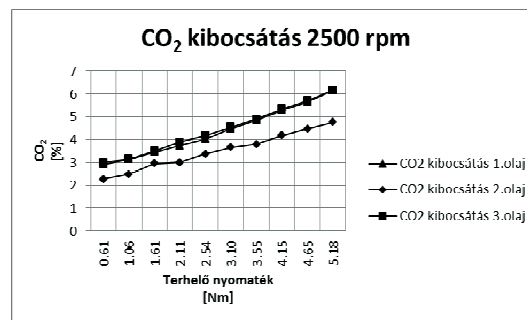
További érdekes eredményeket kaptunk a kibocsájtott káros anyagok mennyiségének vizsgálata során. Mivel jellegüket tekintve a különböző fordulatszámokon végzett mérések hasonló jelleget mutatnak a továbbiakban csak a 2500 fordulat/perc motor-üzemállapotról indított mérésekhez tartozó diagramok bemutatására szorítkozunk.

Elsőképpen a CO kibocsátást vizsgáljuk meg. A 8. ábrán látható, hogy a minden adalékot nélkülöző üzemanyag használata esetén a motor CO kibocsátása alacsony terhelés-állapotban jelentősen – 43%-al – magasabb, mint a másik két üzemanyag esetén. Ez a különbség a terhelés növelésével folyamatosan csökken, a maximális terhelés-állapotban már nem számottevő.



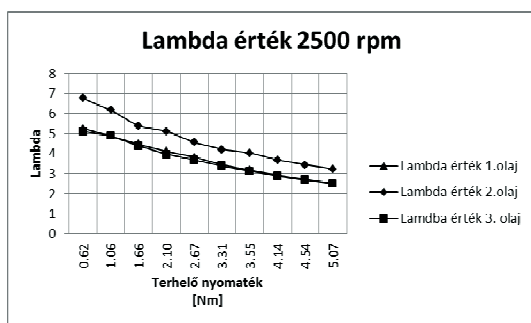
6. ábra. CO kibocsátás 2500 rpm-nél

A CO₂ kibocsátás vizsgálata esetén azt állapíthatjuk meg, hogy a prémium kategóriás gázolajjal működtetve a motort a széndioxid kibocsátás határozottan alacsonyabb, mint a másik két üzemanyag esetében. Ez meglepő eredmény, mivel minél jobb az égés a hengerben, annál magasabb széndioxid szintet tudunk mérni egy adott motornál. Mivel a kibocsátott H_nC_m értékeket a berendezésünk nem tudja mérni, így arról nincs közvetlen információnk. De feltételezhetjük, hogy a szabályozatlan motorunk esetében a prémium kategóriás üzemanyag használata nem előnyös, a kipufogógázban jelentősebb mértékben maradnak elégtelen szénhidrogének, emiatt alacsonyabb a széndioxid kibocsátás közel azonos szénmonoxid tartalom mellett. A mért értékeket a 8. ábrán láthatjuk.



7. ábra. CO₂ kibocsátás 2500 rpm-nél

A következő vizsgált paraméter a lambda. A lambda érték nem más, mint a valóságos keverési arány és a sztöchiometrikus – tökéletes égéshez elméletileg szükséges – keverési arány hányadosa. Ideális esetben tehát a lambda értéke egy. Ebből adódóan az egynél kisebb lambda értéknél üzemanyagban dús, az egynél nagyobb lambda értékeknél viszont üzemanyagban szegény keverékről beszélhetünk. A 9. ábrán megfigyelhetjük a lambda érték alakulását, ami egyértelműen tükrözi, hogy szabályozatlan motorról van szó. Megjegyezzük, hogy ezeknél az értékeknél a maradék szénhidrogének nincsenek figyelembe véve, így valamivel magasabb lambda értékeket mérünk, mint a definíció szerint mérendő értékek. A keverékekről pedig elmondhatjuk, hogy egyértelműen szegény keverék tartományban működik a motorunk.

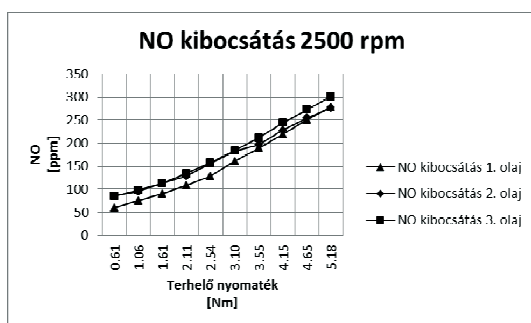


8. ábra. Lambda érték 2500 rpm-nél

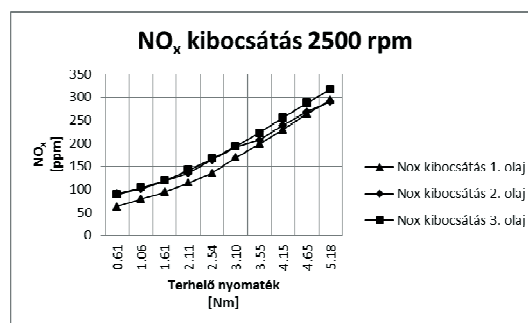
Szembevetően a prémium üzemanyag használata esetén mért lambda érték eltérése a másik két üzemanyag használata esetén mért értékektől. Ez a jelentősen magasabb érték szinkronban van az előzőleg tárgyalt alacsony széndioxid értékkel. A két táblázatból együttesen azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a prémium üzemanyag esetében más minőségű az égés, azonban ez az általunk vizsgált szabályozatlan motornál negatív eltérést jelent a többi üzemanyaghoz képest. A keverékben valószínűleg nagyobb mértékben maradtak szénhidrogének és ez okozza a magas lambda értéket és az alacsony széndioxid szintet. A szénhidrogének mérését az általunk használt berendezéssel nem tudtuk megoldani, ez egy további vizsgálati terület lehet. A lambda értéke kicsit ellentmondásosnak tűnik, hiszen nagyobb légfeszesség esetén mértünk alacsonyabb széndioxid szintet. Ez azonban amiatt van, hogy a mérőkészülék a mért széndioxid, szénmonoxid, illetve maradék oxigén szint alapján határozza meg a lambda értékét. Ez tehát egy kvázi relatív légfeszesség tényező. A pontos lambda értékeket csak akkor tudnánk meghatározni, ha a szénhidrogének, valamint a kéntartalom mennyiségét is figyelembe vennénk.

Megjegyezzük azt is, hogy a feltételezhetően magasabb maradék szénhidrogénszint ellenére a leadott teljesítményt közel azonos fogyasztás mellett értük el, ami arra utal, hogy olyan komponens szerepel a prémium üzemanyagban, amelynek jelenléte fedezi a kevesebb szén illetve hidrogén elégetése miatti energia különbözetet, például az égés minőségének befolyásolása által. Ennek vizsgálata azonban nem célunk. Mi az üzemanyagok viselkedését vizsgáljuk csupán a különböző konstrukciójú motorokban.

A méréseink kiértékelése során szót kell még ejtenünk a nitrogén oxidok szintjének alakulásáról is. Az erre vonatkozó diagramokat a 10. és a 11. ábrán láthatjuk.



9. ábra. NO kibocsátás 2500 rpm-nél



10. ábra. NO_x kibocsátás 2500 rpm-nél

Látható, hogy a prémium kategóriás, illetve a fogyasztáscsökkentő adalékkal ellátott üzemanyag esetében megnőtt a nitrogén oxidok jelenléte a kipufogó gázban az adalékmentes üzemanyaggal szemben. Ez utalhat az égés magasabb hőfokára, illetve a szegényebb keverékre.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Összességében elmondhatjuk, hogy az általunk vizsgált hagyományos motor esetében nincs kézzelfogható haszna a prémium kategóriás, illetve a fogyasztáscsökkentő adalékkal ellátott üzemanyagok használatának, sőt bizonyos emissziós értékek még romlanak is használatukkal. Természetesen más eredményt várunk ugyanezen üzemanyagok mai korszerű motorokban történő alkalmazásának vizsgálatától, ami további kutatásaink egyik iránya.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ez a tanulmány és kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

7. HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] LAKATOS, K., TOLLÁR, S.: Modell dízelmotor kísérleti rezgésvizsgálata.
- [2] DIETSE, H.: Automotive Sensors, Robert Bosch GmbH, 2005, ISBN 978-3-86522-049-3.
- [3] DEZSÉNYI, GY., EMÖDI, I., FINICHIU, L.: Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999.
- [4] LAKATOS, I., NAGYSZOKOLYAI, I., Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti Kiadó, 2006.