

## 5. Fűtőérték, égéshő

Látszatra, laikusan, sokan összetévesztik a két fogalmat. Mai szertelen kalandozásunk közepette fény derül arra, hogyan kell érteni ezeket? Továbbá mást jelentenek a szavak, de összefüggnek is egymással. Kezdjük az előbbivel a fűtőértékkal, ami egyszerűnek tűnik. Rögtön az elején leszögezzük, hogy az égés megindításához is kell hozzáadnunk energiát, hiszen lokálisan, kis mennyiséget olyan helyzetbe kell hozni, hogy a folyamat az egész térfogatba elterjedjen! Ezt a hozzáadott hőmennyiséget ki kell vonni a fűtőértékből. Pld. ha egy szál gyufával égésbe hozunk a kémcsőbe egy kis mennyiségű benzint. A motor égésterébe is segíti kell a benzint a begyűjtáshoz, ez a segítség az elektromos szikra! Dízelnél természetesen az összenyomásból eredő kompresszió gyújtás eredményezi. Az alapok ott kezdődnek, hogy égéskor, egyesülési folyamatkor a fölösleges energia távozik a térfogatból, mégpedig hő formájában.

Először is alapoknál kell kezdeni.

Mi is a hő?

Az anyagot alkotó részecskék belső és külső energiaváltozása a környezetéhez képest. Vegyi átalakulás közben megváltozik a molekulák belső energiája. Oxidációval kisebb energia szintre kerül, felszabadulva a molekula, és atomi, és atomokon belüli részecskealkotók energia szintje. Legegyszerűbb az oxidációt elképzelni. Más molekuláris és atomi szakadások, egyesülések is történnek a benzin égése közben, mivel több száz szénhidrogén származék egymásra hatásának dominó elven működő átalakulásáról van szó! Roppant bonyolult átszerveződésnek hívnam.

Ez ám az igazi logisztika. Kis hasonlattal élve, több ezer fiókba újra kell pakolni az anyagokat!

Lényeg, hogy az egész folyamat végén minden a molekula nagyobb térfogatot szeretne felvenni, segítve azt a hőfelszabadulás. A magas hő, az elégett gázok mozgási energiája okozzák a motorok hengerébe a túlnyomást.

Kérdés az, hogy mekkora ez a túlnyomás, és milyen ütemezéssel folyik le időben elosztva! A hengerben lejátszódó folyamatokat csak modellezni, számítani, elméleti elemzést lehet végezni, de még senkinek nem sikerült a kb. 400 féle molekula több tízmillió átalakulási folyamat ábráját leírni!

Mondhatnánk senki nem látta, hogy miként alakulnak át egymásba a molekulák. És milyen sebességű változásokkal! A hengerben közttes molekula konfigurációk is megjelennek, melyeket a mai üzemanyag gyártók figyelembe sem vesznek.

Pedig óriási jelentősége van félig átalakul, egymásba öltődő folyamatok között! Ezeket csak nagyon sok fizikai teszt, kísérleti módszerrel lehet igazolni. A jó üzemanyag hatékony tulajdonságáig sokat kell dolgozni. Mivel elméleti sík, nem mindig válik be, ezért a valódi anyagtesztekkel sokkal hamarabb lehet előre jutni! Elismerem, ezt rengeteg pénzt, és emberi erőforrást, valamint gépi technikát igényel.

Ezek ugye a lángterjedési sebességgel, égéstér kialakítással, és utoljára, de nem utolsó sorban az üzemanyag összetételétől is függ. Nagyon fontos szempont. Javítani kell utólag hozzáadott anyagokkal az üzemanyagot. Kizárt dolog, a benzin, gázolaj gyártásban megoldható legyen egyszerre az ellentétes folyamat. Nos a kutak üzemanya ezért tartalmaz úgynevezett nagy térfogat százaléku fejadalékot, mely olcsó, és vele eléri a szabványon belüli minőséget. De csak azt! Mert nagyon drága hozzáadott értéket kizárt dolog, hogy ezen óriás árréssel be tudják apportálni az üzemanyagba a multik.

Más szempontok szerint pedig az expanziót előidéző és kiszolgáló mechanikai környezeten is múlik a motorok hatékonysága. (Pld. elektronikai, és mechanikai vezérlés, ütemek fázis összehangolás, keverék képzés, stb.)

Ezen leírtakon felül a fűtőérték bizony nagyon lényegre törő tulajdonsága az üzemanyagnak.

Még van egy kis hiba, azaz módosítani való eltérés, ami a víz miatt megkülönbözteti fűtőértéket az égéshőtől.

Ezt a tételt majd az utolsó sorokban írom le!

Addig is folytassuk a sorokat az égéshővel.

Én úgy hívnám, hogy egy bruttó hő. Jellemző egy kg éghető anyag hőfelszabadulására. Azonban az égéshő függ a atomi szintű szén és a hidrogén arányától, az anyag sűrűségétől, a molekulák változatos izomerjeitől is.

Összefüggés mutatkozik, de az égéshőt nem befolyásolja az égési sebesség! Viszont a motor hatékonyságát az égési sebesség meghatározza. Pontosabban a kezdeti, és a végsebességet.

Tehát ha azt tudjuk, hogy a hidrogén atomi szinten gyorsabb égésű, mint a szén, akkor már csak azt kell összerakni, hogy a változatos szénhidrogén származékok milyen formában, sorrendben és időben ég el!

Gondoljunk egy talán mindenki által ismert durranógáz égetésre még az általános iskolából. Ugye a hidrogén és az oxigén milyen gyorsan ég?

A szén egyéb hidrogénnel van kapcsolva rögtön nem olyan heves az égés. Lám a metán (CH<sub>4</sub>) és a levegő elegye. A tojásszén, vagy a koks pedig lassan ég. Továbbá vegyük figyelembe a szén nagyobb energiát képvisel, mint a hidrogén. Igaz az egyikből végtermékként víz lesz, a másikkól széndioxid! Az utóbbi sokkal környezet szennyezőbb.

Visszatérve a vízre minden kommunikációba a pozitívan értékelik a kipufogó vizét, ám az erősen szennyezett, nem is annyira szende szűz az a víz! Az a kis kondenzvíz!

De erről egy másik cikkben majd egyszer! Ez is még egy misét!

Az égéshőre visszatérve azt a bruttó hőt tekintjük az üzemanyagoknál, ami az ideális levegő/üzemanyag keverési aránya után keletkezik, és a 3.fázisba a robbanási ütem gáztágulásába besegít!

Innen jön a fordulat:

A levegő 78 % nitrogént tartalmaz, mely nem vesz részt elvileg az égésben. Már régen rossz, ha nitrogén oxidok

tömkelege jön létre! Nem kedvez a hatékonyságnak a semleges gázzal hígított üzemanyag levegő keverék. Miért is? Mert hátráltatja az égést a puffer anyag. Lehet, hogy jobb is a mai motorok technikai gyenge színvonala miatt. Ellenkező esetben, szétégnének. Szétrobbannának! A heves égéstől. Lehet, hogy az alternáló motorok nem is felelnének meg a tiszta oxigénnel való üzemanyag égetésnek. Gondoljunk arra, hogy amikor kicsit emeljük a motorba juttatott oxigén szintet dinitrogén, azaz nitrogázzal, akkor valószínű, hogy elégnek a szelepek, szétég a dugattyú stb. Miért is?

Mert égéshőt nem korlátozták a levegőben lévő 78 % nitrogénnel. Pedig még így is van bőven a kipufogógázban nitrogén. Ami ugye arról híres, hogy a nitrogén hő közlésre jobban immunis, mint a levegő. A verseny szférában, például a rallyban pont ezért is tiltott a gumibroncsok nitrogénnel való töltése. Nem mindenki teheti meg, hogy használja, így nem egyenlő esélyeket ad!

Levegővel töltött abroncsot, melegíteni kell, míg el nem éri a megfelelő guminyomást. Nitrogénnél szinte ugyanaz 20 és 60 °C fokon a guminyomás. Ezt a hátrányt okozza a nitrogén a belső égésű motorokban. Hő közlésre a részecskék megnövekedett ütközése által nő a nyomás, így expanzívan terjeszkedik az elégett gáz. A dugattyú lefelé halad, munkát végez. A nitrogén pedig tompítja ezt a hatást!

Egyszer majd bizonyára az üzemanyagot oxigén bevezetéssel égetjük el. Ezt azonban technikailag nehéz elérni! Bizonyára eljön az idő erre is.

Másrészt vizsgáljuk meg, hogy az égéstérbe keletkező gázok közül melyik tölti ki jobban a térfogatot. A CO<sub>2</sub>, vagy a H<sub>2</sub>O az expanzívbabb? Az oxigén nagy méretű atomi része a molekulának. Mivel a széndioxidba kettő is van, így ez nagyobb molekula, ezért a víz alatta marad rendszeren. Tehát akkor van nagyobb térfogat tágulás, ha több széndioxid keletkezik, és kevesebb vízgőz! Ráadásul a felszabaduló energia is a vízgőznél kevesebb.

Mégis arra törekednek környezetvédelmi okokból, hogy víz legyen a legnagyobb részben a kipufogó gázban. Értelem szerűen abból az üzemanyagból több kell, amiben több a hidrogén arány. Ezt úgy oldják meg az üzemanyag gyártás közben, hogy direkt hidrogénezik az alkotó komponenseket, hidrokraakkolással. Nincs azzal semmi baj, csak csökken az üzemanyag folyadék egy literre vetített égési energiája. De még ez is kevesebb baj. A fő gond ott keletkezik, hogy az égéstérbe az egymásba öltődő vegyi folyamat nem lesz permanens.

Úgy tudnám szemléltetni, hogy megyünk a lépcsőn fel, és egyszer csak a 300db lépcsőfokból hiányzik egy. Ekkor nem gond átlépjük. Aztán hiányzik három, már ezt át kell ugorni nagy energiát pocskolva. Ha öt-hat hiányzik, akkor óriási az energia veszteség, mert az időbeni és térbeni folyamat lendülete megtörik, egy lassú hegymászás lesz belőle. A jó üzemanyag adalékoknak az a feladata, hogy ezeket a lépcsőket kitöltse. Így érzi a sofőr, hogy nyomatékosabb, jobban húz az autó.

Az üzemanyag anyag minél több ilyen foghíjat tölt ki, több komponensével, annál inkább hatékony. Mind ehhez pedig folyamatosan kell a piacon lévő benzint és gázolajat tesztelni! Mindig változik a kőolaj feldolgozási eljárása. Állandóan illeszteni kell az adalék gyártási módszerét is!

Azért vannak határok is. Ha óriási túlsúlyban vannak lépcső hiányok, vagy sok a hidrogén, akkor az adalék is csak kevésbé hatékony! Sajnos!

Más fontos jellemzőt, is felvet a hidrogén égéséből keletkező kondenzvíz. Az égéstérbe vízgőz alakjában van jelen, mely egyrészt a benzinnél az oktánszámot csökkenti, másrészt a égési részecske térfogatból párolgási energiát vesz el. Ami a hengerbe történik, még nem jelentős, ám a kipufogó rendszerbe ismét lecsapódik, majd a katalizátor, és egyéb kipufogó elemnél ismét gőzzé kellene váljon. Hideg indításkor, üzemi hő eléréséig sajnos láthatjuk, hogy vízszűrű anyagot köpköd ki a kipufogó vége!

Tehát az égéshőből le kell vonni a párolgásra fordított energiát, így kapjuk az igazi fűtőértéket!

Ez így van a szilárd tüzelőknél is. Gondoljunk arra, hogy a záraz fának is van víztartalma, mely korlátozza a fűtőértéket. A magas hőmérsékleten vízkiszorított brikettálás ezért hasznos. Nyilván ezért nagyobb a brikettek egységnyi fűtőértéke!

Vissza térve a pillanatnyi égéshő és a fűtőérték viszonyára, ez akkor lenne kiemelt jelentőségű, amikor olyan heves égés lenne a motorokba, hogy tompítani is kellene. A mai üzemanyagoknál, és motor fejlettségi szinten még csak azon lehet javítani, hogy a fűtőérték minél nagyobb legyen. Az égéstérbe lévő nyomás fokozása a egyrészt a több elégett üzemanyaggal, valamint a részecskék minél nagyobb mozgási energiává tételével tehető hatékonyra! A hő általi tágulási készletés a legfontosabb fegyvere az alternáló motoroknak. És azt se feledjük, hogy a négyütemű motor működésénél 3 féle ütem az energia teljesen energia fogyasztó, sőt zabáló ütem. Míg a mellette lévő henger dolgozik, munkaütemben van, addig a főtengely lendületéből nyert energiát hasznosítva készíti elő az ismételt robbanást a henger! Az ütemek eltolásával ezért vált be leginkább a négyhengeres motor! Az egyhengeresnél arra kell figyelni, hogy belendített főtengely és mozgó alkatrészei jussanak túl a holtpontra. Különben megáll a motor! Ehhez nagy súlyú alkatrészek kellene. Ez nem teszi gazdaságossá a motort.

Azt azonban ne feledjük, míg egy dugattyút, vagy más alkatrészt homlok egyenest más irány változtatására kényszerítjük, addig a tehetetlenségi törvény alapján jelentős energiát pocskolunk el!

Küzdhetünk a minél optimálisabb energia bevittel, a szén és a hidrogének kötés, és az oxidációval felszabaduló energiáinak számításával, egyet azonban meg kell jegyezni.

Sokat fejlődött a belső égésű alternáló motorok hatásfoka, de kezdjük elérni az elérhető maximumot, ami nem valami jó! Egyet figyelembe kell venni, a tömeg mozgásba hozásához energia kell, a mozgási irány változtatáshoz még több elpocsékolott energia vész el! A robbanómotor dugattyúi, hajtókarok pedig ezt végzik!

Új módszerek szerint, megpróbálja a mai technika a oxidációs eljárást minél kevesebb tágulási hővel megoldani, de

csak 1-2 %-os az eredmény. Ebben is segít a jól konstruált üzemanyag, melyet okosan adalékolunk!  
Egy cél van, csak a szükséges, de minimális hőt termelje a motor, a többi felszabaduló expanziós erő, mozgási energia formában hasznosuljon. Mivel a világ mozgásban, fejlődésben van, ezért az adalékokat is folyamatosan illeszteni kell a felhasználhatóság érdekében. A hatékony, gazdaságos felhasználás ekkor válik mindenki számára elfogadhatónak!

A fűtőérték és az égéshő így nyer újabb értelmet az autózás világában!

Az alábbi táblázatban megtekinthető, és elgondolkasztató adatokat tettünk közzé!

Folyékony tüzelőanyagok (25 °C hőmérsékleten)

Fűtőanyag

Égéshő (MJ/kg)

Fűtőérték (MJ/kg)

Fűtőérték (kWh/kg)

Biodízel

40 (Repceolaj-metilészter)

37

10,2

Metilalkohol

22,7

19,9

5,5

Etilalkohol

29,7

26,8

7,4

Izopropanol

33,6

30,7

8,5

Benzol

41,8

40,1

11,1

Fűtőolaj

43&ndash;46

40&ndash;43

11,1-11,9

Gázolaj

46

43

11,9

Benzin

47

43

11,9

Paraffinolaj  
49  
45  
12,5

Ezen látszik, hogy mennyire más a két adat. Mutatja a hidrogén arányát, melyből víz keletkezik, és a párolgási hő kivonva kapjuk a fűtőértéket! Persze a motoroknál ez 100%-ban nem vonható le, mert a hengeren kívüli részbeni párolgáshő nem érinti termodinamikai egyensúlyt. Ez a víz kondenzációs levonás csak a különbség 40-60 %-át érinti üzemanyag fajtától és gyártmánytól függően.

Remélem sikerült felkelteni az érdeklődést az üzemanyagok egy fontos minőségi meghatározójára!

Kisújszállás, 2016.11.23.

Farkas Kálmán  
SZAKI Kft.