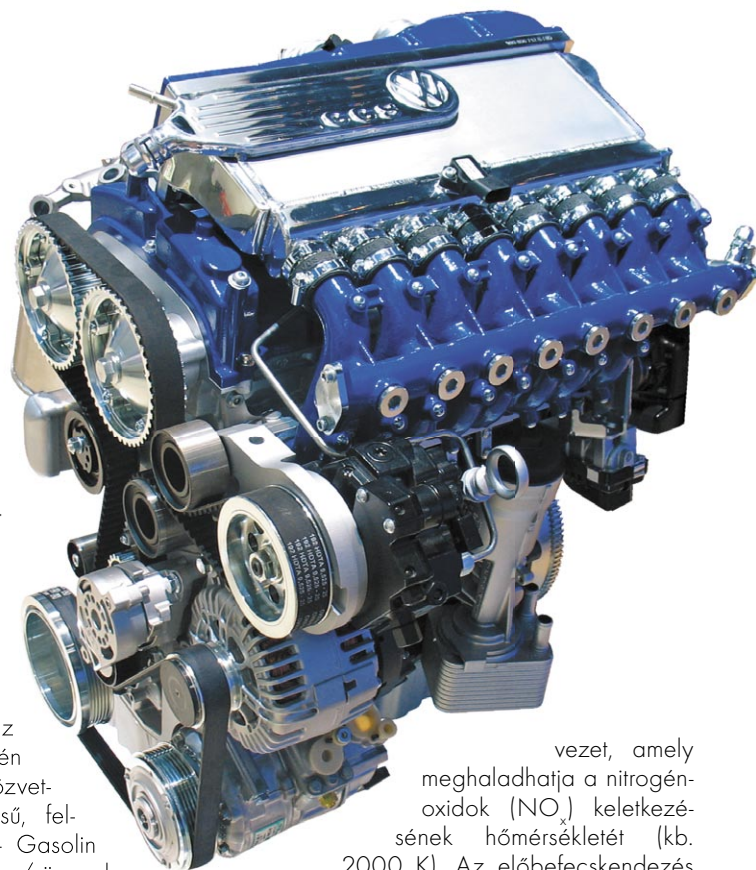


HCCI-körkép 2. rész

CCS, avagy a kombinált elégetési eljárás

A HCCI égésfolyamatot bemutató cikksorozatunk részeként ezúttal a VW-konzern CCS (Combined Combustion System - Kombinált Égési Rendszer) rövidítéssel illetett fejlesztését vesszük górcső alá.



Mi az a CCS?

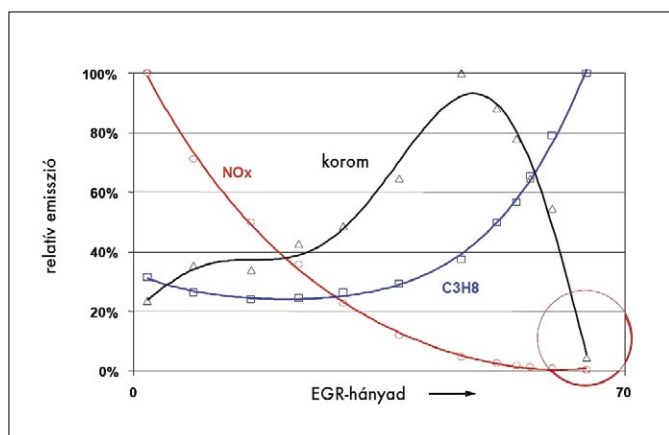
A Nikolaus August Otto és Rudolf Christian Karl Diesel neveivel fémjelzett motorok előnyeiket egyesítő CCS-motor még a Volkswagen konzern szerint sem fogja a technikai múzeumok vitrinjeibe száműzni a hagyományos Otto- és dízelmotorokat, csupán alternatívát jelent a környezettudatos vásárlók számára. A fejlesztés célja egy olyan motor előállítása, amely a két hagyományos égésfolyamat egyesítésével még takarékosabb lesz, mint egy dízelmotor, ugyanakkor a működési jellegző jelentős részében költséges kipufogógáz-utókezelési technikák alkalmazása nélkül is jelentősen kisebb a nitrogén-oxid- (NO_x) és részecsk kibocsátása. A magas hatásfok az öngyulladásnak köszönhető, amely az égéstér egészében egyidejűleg játszódik le, és így a külső gyújtású égésfolyamathoz képest a nyomáslefutás jobban megközelíti az ideális Carnot-körfolyamatot. A mérnökök Otto- és dízelmotor alapokon is nekiláttak

a fejlesztésnek. Az előbbi egy homogén keverékképzésű, közvetlen befecskendezésű, feltöltött Otto- (GCI - Gasolin Compression Ignition / öngyulladásos benzinmotor), az utóbbi egy hasonló építési elveket követő dízelmotor. Ez utóbbit takarja a CCS rövidítés, amely ugyan dízelmotor alapokra épül, de - mint látni fogjuk - attól lényegesen eltér.

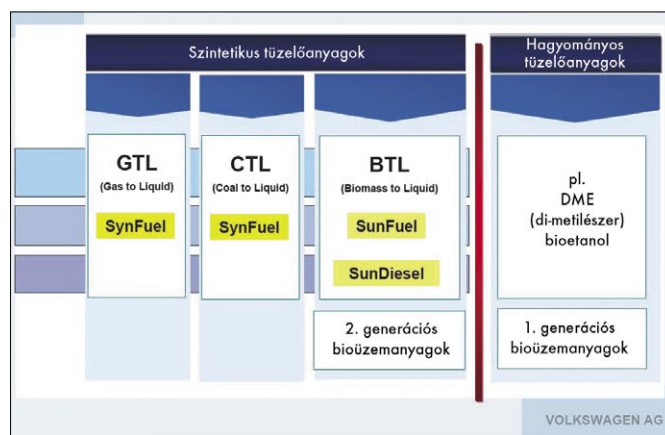
Különbségek

A hagyományos dízel égésfolyamat során a tüzelőanyag inhomogén módon oszlik el az égéstérben. A tüzelőanyag elpárolgása a befecskendezett tüzelőanyag-sugár tartárfelületén valósul meg, míg az azon belül lévő tüzelőanyag-hányad a magas hőmérséklet hatására krakkolódhat, amikormképződéshez vezet. A tüzelőanyag-sugár környékén 1 körüli légviszonytényező van. Ez lokálisan extrém magas hőmérsékletekhez

vezet, amely meghaladhatja a nitrogén-oxidok (NO_x) keletkezésének hőmérsékletét (kb. 2000 K). Az előbefecskendezés későbbi időzítésével a csúcshőmérséklet mellett az égésfolyamat átlagos hőmérséklete is csökken. Ekkor azonban nemcsak az NO_x -emisszió csökken, hanem a hatásfok is. Ideális homogén kompressziógyújtás esetén ezzel szemben nem található sem tüzelőanyagban dús zóna, sem olyan, amelyben 1 körüli a légviszonytényező. A csúcs- és az átlagos hőmérséklet az égéstérben közel azonosan magas. Mindez egyrészt lényegesen alacsonyabb NO_x - és részecskemissziót, másrészt nagyobb hatásfokot eredményez. Ez utóbbi az új európai menetciklus szerint 5...8%-os fogyasztáscsökkenésben nyilvánul meg egy mai dízelmotorral összevetve. A CCS-elv eléréséhez nagymértékű kipufogógáz-visszavezetésre van szükség; ennek



1. ábra



2. ábra

mértéke az említett előnyök elérése érdekében a 70%-ot is elérheti (1. ábra; 100% = hagyományos dízel égésfolyamat). Az előbefecskendezés korábbi időzítése elegendő időt biztosít a töltet homogén eloszlásának kialakulásához. Hirtelen terhelésváltások alkalmával a kipufogógáz-visszavezetési hányadot is gyorsan változtatni kell. Ennek segítségével lehet ugyanis átváltani a CCS és - nagyobb terhelési állapotok esetében - a hagyományos üzemállapot között. Ehhez a következő dolgokra van szükség:

- Fokozatmentesen szabályozható, igen gyors működésű EGR-szelep.
- Nyomásérzékelők az égéstérben (a gyújtógyertyába integrálva).
- Szofisztikált, hengerszelektív motorvezérlő elektronika.

SunFuel

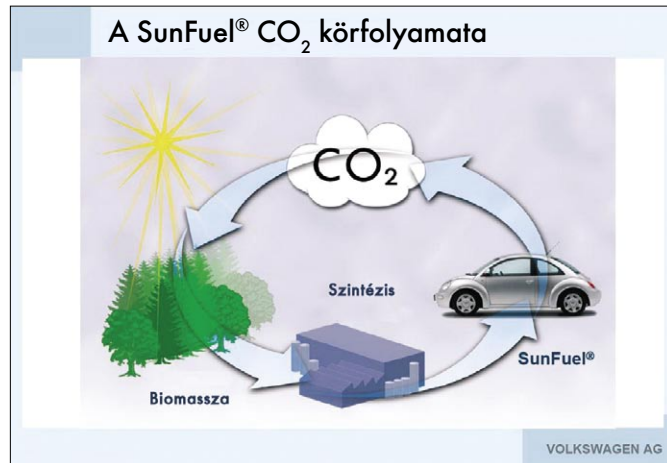
Az új égési folyamathoz új tüzelőanyagot fejlesztettek ki. Ez lényegesen könnyebben gyullad, mint a jelenlegi dízel tüzelőanyag, hiszen cetánszáma csupán 45. Ebben a tekintetben tehát közelebb áll a kerozinhoz. Egy következő fontos tulajdonság az öngyulladási hajlam. Ehhez bevezették a tüzelőanyag alsó és felső öngyulladási határának fogalmát; a dízel tüzelőanyagnál csak az alsó határt értelmezzük. Harmadik lépésként a tüzelőanyagban található kémiai komponensek számát lényegesen csökkentették az égésfolyamat során lejátszódó kémiai folyamatok egyszerűbb szimulálhatósága érdekében. A vizsgálatok során kimagasló eredményeket értek el a szintetikus tüzelőanyagok, mint a GTL (Gas to Liquid), CTL (Coal to Liquid) és BTL (Biomass to Liquid). Ezek előállításakor a technológiának megfelelően földgázból, szénből

vagy biomasszából előállított szintézisgázból a Fischer-Tropsch eljárással egy viszonylag homogén, paraffinos alap tüzelőanyag nyerhető, amely kb. 15...20 különböző molekúlát tartalmaz. Az így előállított tüzelőanyagok alternatív tüzelőanyagoknak tekinthetők, sőt a BTL-technológián alapuló SunFuel - amelyet végül a CCS-motor tüzelőanyagának választottak (2. és 3. ábra) - megújuló is, így elégetésekor csak annyi CO₂ kerül a légkörbe, amennyit előzőleg az előállításához felhasznált növények megkötöttek, továbbá gyakorlatilag kénmentes. Az előbb ismertetett második generációs bioüzemanyag segítségével a HCCI üzemmód nagyobb terhelési tartományok esetén is alkalmazható, mint hagyományos tüzelőanyagok esetében (~100 km/órás sebességig).

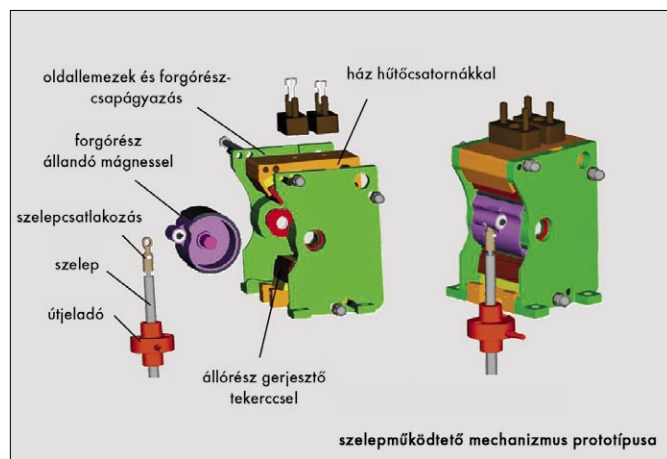
Fejlesztési irányok

A kipufogógázokra, zajra és tüzelőanyag-fogyasztásra vonatkozó előírások következtében nagyobb terhelési állapotok esetén szükséges az átváltás a hagyományos dízel üzemmódra. Ideális esetben ez az átváltás egy ciklus alatt lejátszódik. Mindehhez hihetetlenül gyorsan működő, flexibilis rendszerekre van szükség.

A további vizsgálatok tárgyát képezi a fokozatmentesen változtatható befecskendezőrendszer és szelepezérlés. Az előbbi illetően jelenleg olyan common rail rendszerrel kísérleteznek, amelynél a belső nyomás számos diszkrét értéket felvehet. A szelepezérlést vezérműtengely nélkül képzelik el a mérnökök. Az LSP céggel közösen kifejlesztett elektromos aktuátor a 4. ábrán látható. Ez a rendszer lehetővé teszi szinte az összes



3. ábra



4. ábra

elképzeltető szelepnitási helyzetet (időzítés és mélység).

Ez az aktuátor a motorvezérlő elektronikában tárolt számos különböző jellegzővel együtt kiválóan alkalmas a különböző tüzelőanyagok kombinációival üzemelő (pl. benzin-etanol) motorok szelepezérlésének ellátására. Alkalmazásával továbbá egyszerűen megvalósítható és szabályozható a belső kipufogógáz-visszavezetés és a turbulencia, illetve megvalósítható a Miller- (á lá Mazda 2) vagy az Atkinson-ciklus (l. Toyota Prius). Nem mellékesen, alkalmazásával lehetőség nyílik egy újfajta, teljesen olajmentes hengerfej-konceptió kialakítására.

Dinamikus üzemmódotokban számottevő előnyöket várnak a fejlesztők a rendszertől, a hagyományos szelepezérlésekkel összevetve. Abban mindenképpen teljes az egyetértés a Volkswagen háza táján, hogy a belső égésű motor - még több mint 100 év fejlesztőmunkát követően is - jókora fejlesztési potenciált tartogat.

HEGEDŰS TAMÁS



5. ábra