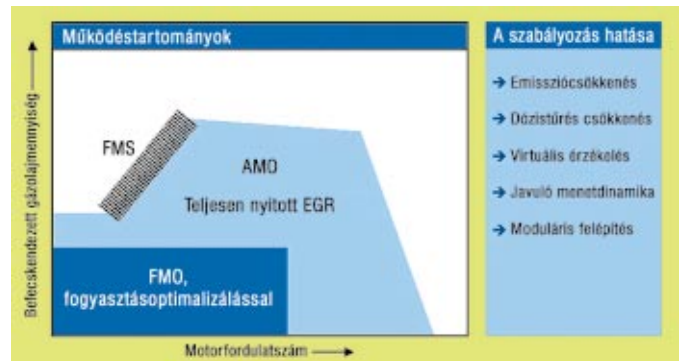


Merre tart a dízelmotorok fejlesztése?

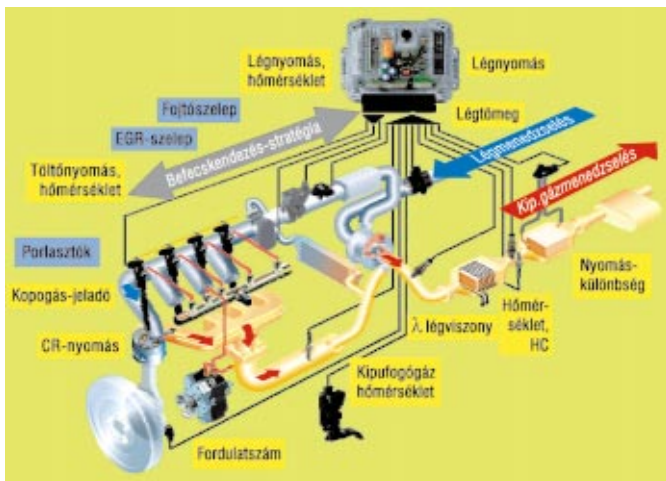
Az elkövetkező dízelmotorok jövőjét emisszióik tisztasága határozza meg. Ennek előfeltétele a kifinomult porlasztástechnika, amelynek legkorszerűbb eszközei a piezoporlasztók. Írásunkban a közelmúltban ismertté vált 4. generációjú technika első részletei mellett az égésbefolyásoló eljárások néhány további eredményét mutatjuk be cikksorozatunk 2. részében.



A befecskendezett gázolajmennyiség modellkövető szabályozása. FMO: gázolajtömeg megfigyelővel; AMD: légtömeg megfigyelővel; FMS: gázolajtömeg, füstkorlátozó megfigyelővel

A HCCI-égéshez a következő fejlesztési feladatokat kell megoldani

1. A részterhelésen zajló homogén égés, jellegmező vezérlése. A különféle motor-jármű változatok EU- és USA-emissziós menetcikluserősség során szerzett tapasztalatai azt mutatják, hogy a HCCI-üzem alsó terhelési határán, túl korainak és túl gyorsnak tapasztalt hőfelszabadulás első lépéseként, a 6 bar körüli effektív középnyomás megkettőzésével, második lépésben, annak 8 bar körüli szintre való eltolásával javítható.
2. A homogén égés során zajló hőfelszabadulás módosítása. A töltet kis hőmérsékletű oxidációját a sűrítés kezdeti hőmérséklete, a sűrítés lefolyása, a töltet keverék-összetétele, a befecskendezés/keverékképzés és az égésgázok fajlagos hőkapacitása befolyásolja. A homogén égés szempontjából kedvező, hideg lángfázis (cool flame phase) a kipufogógáz-visszavezetés és az előbefecskendezés optimalizálásával tartható fenn. Akkor, ha az előbefecskendezést a vezérlés, a terheléssel arányosan, a felső holtpont mögé tolja.
3. A homogén égést előkészítő keverékképzés. Homogén dízelsíkú égés csak homogén keverékből hozható létre. A homogén dízelsíkú égést a töltet hőmérséklete, külső és belső keverék-összetétele, külső és belső nyomásviszonya, a sűrítés és a gázolaj párolgása befolyásolja. Tekintettel arra, hogy e tényezők főképp a töltetcsere befolyásoló feltöltők működésének optimalizálásával befolyásolhatók, a következő dízelmotorokon megnő a turbótöltők számbeli növekedésének és finomszabályozásának igénye. Az elkövetkezőkben ezért az optimalizálás rendezőelvét a homogén keverékképzés előtti felépü-

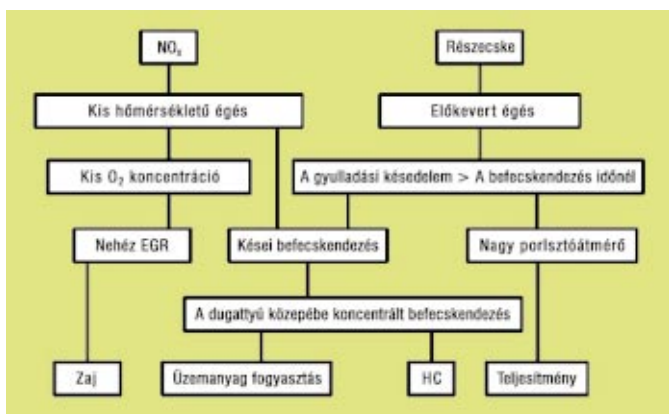


A zárt hatásláncú („Closed-Loop”) dízelmotoros égés stratégiája

A motorok HCCI-üzeme

A dízelmotorok homogén töltetének közvetlen befecskendezését rövidítő HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition) betűszó a mai dízelmotorok legnagyobb emissziós gondját jelentő NO_x -PM-probléma megoldásának legreményteljesebb technikája.

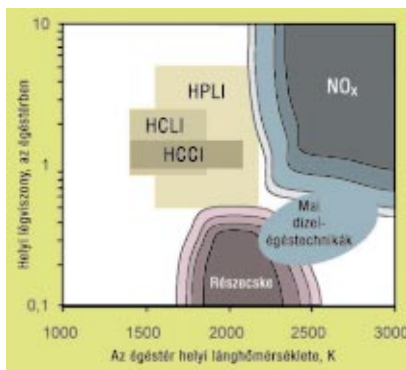
Az égésfolyamat fejlesztési kísérletek ugyanis az mutatják, hogy az égésfolyamat hatásfoka és károsanyag-kibocsátása a részterheléskor előállítható homogén-töltet-állapotok részarányának növelésével javítható. Mégpedig azért, mert a homogén töltet HCCI-üzemű égését olyan csekély NO_x - és PM-kibocsátás jellemzi, ami pontos befecskendezés- és EGR-vezérléssel elkerülhetővé teszi a költséges utókezelő eszközök használatát.



A kontrollált sebességű, dízelciklusú égés következményei és befolyásoló tényezői

lésének és a kontrollálatlan égés csökkentésének stratégiája jelenti.

4. A homogén égési eljárások vezérlési követelményeinek megfogalmazása. A homogén dízelégés központi feladata a szívószelep zárásakor a töltet tömeg és összetétel pillanatnyi termodinamikai állapotjellemzőinek érzékelése, a fizikai modellalapú motorvezérlési stratégia érvényesítése szempontjából. Úgy, hogy a modell a bevezetés előtt álló szintetikus dízel üzemanyagok keverékképzésére is kiterjeszhető legyen.



A helyi légviszonyok alakulása az égéstérben, a lánghőmérséklet függvényében, különböző égésbefolyásoló eljárások esetén

HCCI-égésfolyamat különösen kis hőmérsékletű működéstartományban javítja a motor NO_x -kibocsátását, és küszöböli ki a nitrogén-oxidok NO_x -csapdával vagy szelektív katalizátorral végzett tisztítását.

A HCCI-üzemű indítás emisszióinak EGR-technikával végzett csökkentését a fejlesztők jó része kettős üzemanyag-használatával tartja megszüntethetőnek.

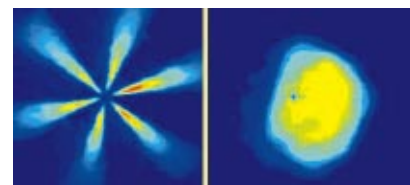
Úgy, hogy a hideg motort földgázból cseppfolyósított, GTL- (Gas to Liquids) üzemanyaggal indítanak, és csak üzemanyagot működtetnek kőolaj alapú gázolajjal. A kénben és aromásokban szegény GTL ugyanis utókezelés nélküli károsanyag-kibocsátással hasznosítható a dízelmotorokban.

Tekintettel arra, hogy a nagy földgázfeleslegű országokban a GTL már ma is gazdaságos üzemanyag, később, minden valószínűség szerint, szélesebb körű alternatívává válik a kőolaj alapú gázolaj használatának.

Égésbefolyásolás

Az előbbieken vázolt CR-rendszerek, nagy bonyolultságuk ellenére, égésvezérlő eszközök, mert a dózis mennyiségét visszacsatoló jel felhasználása nélkül módosítják.

A korábbinál tisztább dízelmotorok kifejlesztésének különösen ígéretes módja az égésfolyamat információinak visszacsatolásán alapuló égés- és EGR-szabályozás. Az égés- és az EGR-



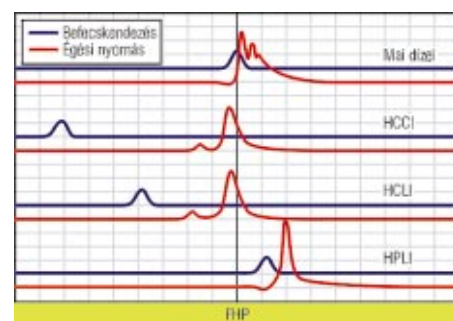
A lángra lobbant gázolajpermet égése mai (a bal oldali képen) és HCCI-égésfolyamat (a jobb oldali képen) esetén

szabályozás ugyanis a fogyasztás-, a károsanyag-kibocsátás, a zaj- és rezgéscsökkentésnek éppoly hatékony eszköze, mint a hatásfok és a motorteljesítmény növelésének. E célok eléréséhez újfajta égésjeladó, keverékképző és motorirányító eszközök és eljárások kifejlesztésén át vezet az út.

Az égésszabályozás égésjeladók jeleinek használatára épül. A belső égésű motorok égésszabályozáshoz használható égésjeladók tulajdonságait összehasonlító táblázatunk foglalja össze.

A táblázatból kitűnik, hogy az ionárammérőt és a piezorezisztív nyomásjeladót egyesítő izzítógyertya különösen előnyös érzékelőeszköznek tekinthető, a dízelciklusú égésfolyamat szabályozásához.

A dízelciklusú égésszabályozás első sorozatgyártású alkalmazását a Renault 1, 5 dCi-ken bevezetett zajcsökkentő égésszabályozása jelentette. A Delphi-jal közösen kifejlesztett megoldás a motortömb



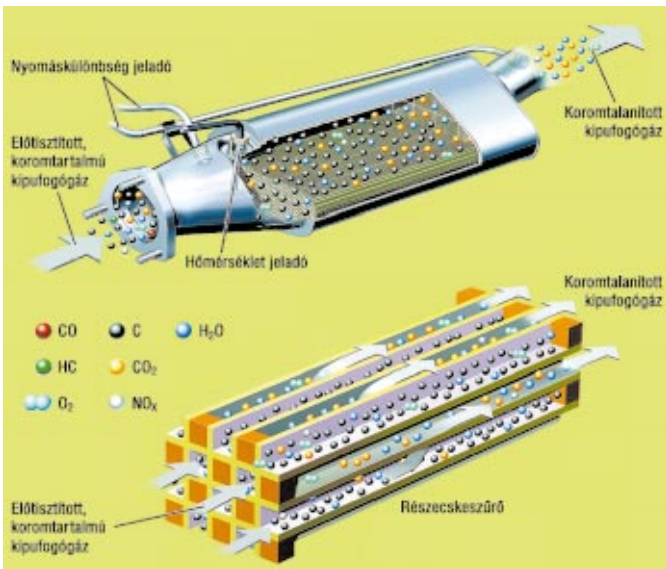
Az égést előkészítő gázolaj-befecskendezés és a dízelégés nyomásviszonyai, különféle égésbefolyásoló eljárások esetén

Motoros égésszabályozáshoz használható érzékelők tulajdonságainak összehasonlítása

Érzékelőfajta	Égéskezdet	MFB 50%	dp/dqp	Értékelés	Élettartam	Költség
Üvegszálás nyomásérzékelő	+(+)	+(+)	+(+)	-	+(+)	-
Piezorezisztív nyomásérzékelő	++	++	++	-	+	-
Piezoelektromos nyomásérzékelő	++	++	++	—	-	—
Felületi hőmérséklet-érzékelő	+	+	—	+	-	+
Ionáram-érzékelő	+	—	—	+	+	++
Fényvezetésen alapuló érzékelő	-	+ HCLI	—	+	+	-/+

Megjegyzés: + kedvező; - kedvezőtlen. MFB 50%: a gáztömeg 50%-os elégése. dp/dqp: a nyomásnövekedés mértéke

A dízelmotoros égés szabályozására használható égésjeladók funkcionális összehasonlítása

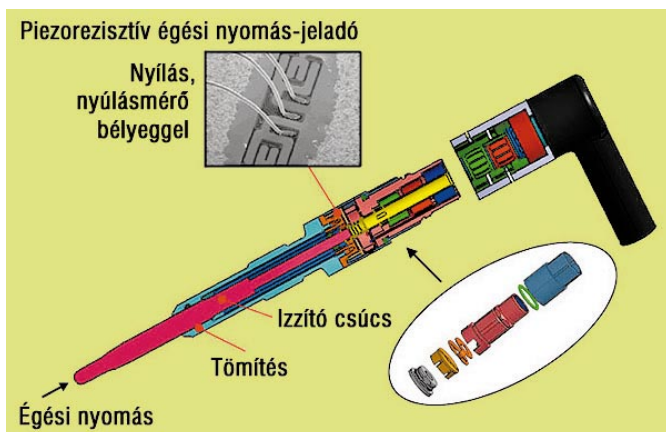


A 2 liternél nagyobb lökettérfogatú dízelmotorok többségén, részecskeszűrő használatával ártalmatlaníthatók, a kipufogógázok részecske-összetevői

testhangjelének dóziscsökkentő visszacsatolására épült. A levegőtisztaság-védelmi korlátozások egyre újabb eszközök és eljárások alkalmazására ösztönzik a belső égésű motorok fejlesztőit. A verseny ígéretes eszköze a Beru, PSG elnevezésű többfunkciós izzítógyertyája, amely a dízelciklusú égés két jellemzőjét érzékeli. A dízelmotor beindulása után a PSG az üzemlevegő motor jeladójaként működik tovább, amely jeleit a motorirányító egységnek küldi. A PSG jelentősége abban áll, hogy fölöslegessé teheti a dízelmotor költséges utókezelés-technikáját.

PSG

A Beru és a Texas Instruments együttműködésével kifejlesztett PSG, piezorezisztív nyomásérzékelőt és ionárammérőt foglal magába. A nyomásérzékelő az égéstérbelivel arányos nyomást, az izzítógyertya rugalmas ágyazású izzítócsúcsán keresztül, érzékeny membránnak adja tovább. Bár így az égéstértől némiképp távolabb esik a nyomásérzékelés,



A Beru, ionárammérőt és piezorezisztív nyomásjeladót egyesítő izzítógyertyájának felépítése

ugyanakkor kiküszöbölhetők a szélsőségesen nagy lokális hőmérsékletek, rezgések és nyomáscsúcsok.

A gyártó által „intelligens”-nek nevezett izzítógyertya izzításának első fokozata ugyanis már akkor elkezdődik, amikor a vezető a zsebében lévő, indításra állított távvezérlővel beszáll járművébe. A második fokozatként pedig működésbe hozza a motor indítógombját. Valahogy úgy, ahogyan az a dízelmotorú BMW B1-eseken zajlik. A Pressure Sensor Glow Plug (PSG), azaz a nyomásérzékelő izzítógyertya bevezetése mellett, „egy európai gépkocsigyártó” máris kellően nagy megrendeléssel kötelezte el magát.

A nagyobb fajlagos nyomatékszolgáltatású, és akár a harmadával is kisebb fogyasztású dízelmotor 43%-os részaránya az év végén vagy jövő év elején többségi erőforrássá válik a nyugat-európai személyautók piacán. A DaimlerChrysler eladásai már ma túlléptek az 55%-os dízelrészarányon, és 2006-ra ez az európai személygépkocsik többségéről elmondható majd.

Az európai autógyártók gondjai tehát nem mennyiségi, hanem minőségi jellegűek. 2005 után ugyanis a dízelmotorok NO_x - és részecske kibocsátását mind Európában, mind az USA-ban 90%-kal kell csökkenteni. A már kapható, utánkezelést végző szűrőegységek használatával a



A dízelmotor ma már a Sport Prototípus versenykocsiknak is engedélyezett erőforrása. Képünk az LM1-es versenyjármű dízelmotorját ábrázolja

részecske kibocsátás is limit alá csökkenthető, a NO_x -kibocsátás csökkentéséhez azonban a szűrő előtti, úgynevezett nyersemissziók NO_x -tartalmát kell csökkenteni, ami a jelenlegi-nél homogénebb keverék előállításával és finomabb égésszabályozással érhető el. A PSG ezen a ponton jelenthet előrelépést a probléma megoldásában, mivel kimenő információi visszacsatoló jelként használhatók a dízelciklusú égésfolyamat zárt hatásláncú befolyásolásához.

A dízelmotor beindulása után a PSG az üzemlevegő motor jeladójaként működik tovább, amely jeleit a motorirányító egységnek küldi. A PSG jelentősége abban áll, hogy fölöslegessé teheti a dízelmotor költséges utókezelés-technikáját. A PSG-jelkkel végzett motorszabályozás sorozatgyártású bevezetése 2006-ban várható.

Petrók János