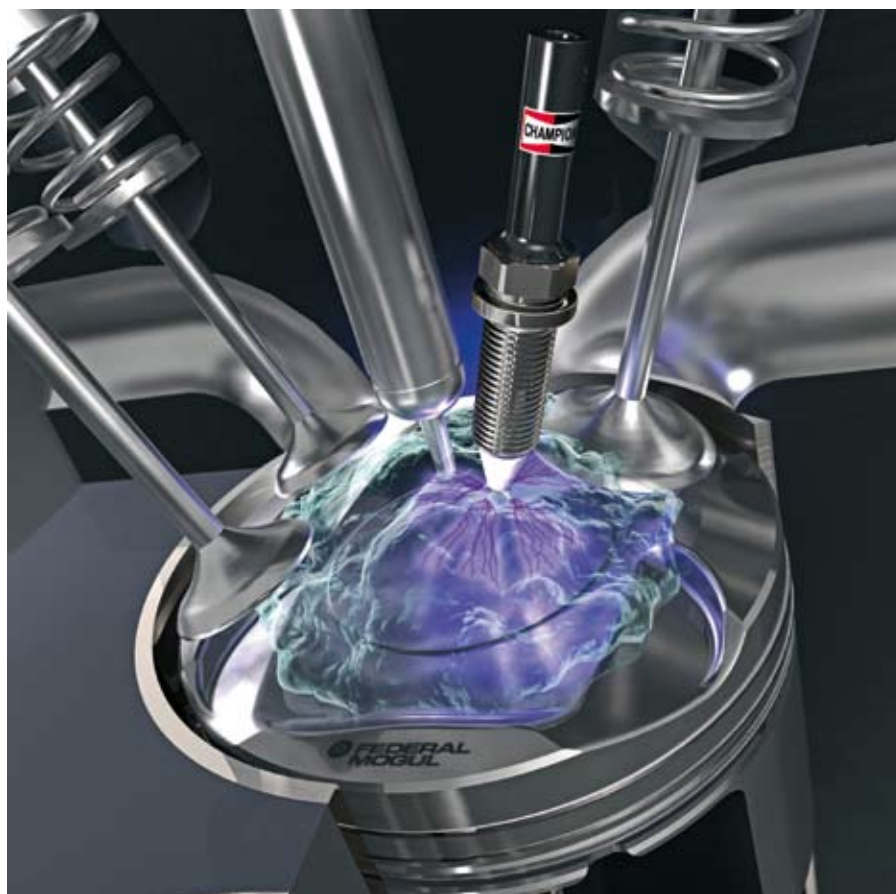


Federal-Mogul ACIS

## Koronagyújtás

A belső égésű motorok egyik örök témája, valaha, a motorépítés hajnalán, a legelső volt az elsők között a gyújtás. Már jó ideje, hogy a „felejthető” kategória lett belőle, ha napirendre is kerül, akkor inkább a tuningvarázslók néha valós alapokon nyugvó, néha csak szédítő szakterületére korlátozódik. De mindig van új a nap alatt! Régóta próbálkoznak már a fejlesztők, hogy az elektromos ívgyújtást, a szikragyújtást valami újjal leváltsák, így például lézersugárgyújtással. Pár éve repült fel a hír, hogy a korona-kisülés is gyújtóforrás lehet.



Nem lehet ez sem nagy meglepetés olvasóinknak, mert az Autótechnikában (2011/10. szám, p. 20–21.), „Szent Elmo (ellopott) tüze” címmel, az első közzététel után írtunk róla. A fejlesztő Federal-Mogul angliai és amerikai szakemberei már szakcikket is írtak, amely több részletet, ha nem is mindent, tisztáz. Jelen cikkünknek ez ad apropót és forrásanyagot.

A koronagyújtás Federal-Mogultól kapott hivatalos neve ACIS – Advanced Corona Ignition System. Magyar fordítása lehet élen járó, korszerűsített korona-gyújtásrendszer. Ez azonban bőven magyarázatra szorul, mert itt egy fizikai jelenségről, a mesterségesen létrehozott koronakisülésről van szó.

### Fontos az elmélet

A koronakisülés (vagy csendes kisülés) – idézzük a Wikipedia szócikkét – az elektro-

mos áram egy megjelenési formája, amely gázokban jön létre, erős, inhomogén elektromos tér jelenlétében (amit többnyire nagyfeszültség kelt), ha a feszültséggradiens az elektromosan töltött felület egy pontján meghaladja a gáz ionizációjához szükséges, az adott konkrét körülmények között érvényes értéket, de nem haladja meg egy távoli vezetőhöz történő átütési feszültséget (ez utóbbi esetben „hangos” kisülés: szikrázás vagy elektromos ív keletkezik).

A koronakisülés során a közvetlen környezetben lévő gáz ionizálódik, elektromosan vezetővé válik, ún. „hideg plazma” jön létre; a távolabbi gáz eredeti állapotában marad. Konkrét megjelenésének jellemzői függenek a gáztér anyagösszetételétől, az elektródák alakjától, a polaritástól, a frekvenciától.

A koronakisülés többnyire olyan geometria esetén jön létre, amiben az egyik elektródá-

nak kicsi a görbületi sugara (például egy tű hegye vagy egy (gyertya) elektróda hegyes vége), míg a másiknak nagy (ez sima felület, például hengerfal, dugattyútető). A hegyes elektróda biztosítja a nagy feszültséggradienst a plazma előállításához.

A villamos térerősség olyan nagy értékű, hogy a gázban jelen lévő kis számú töltéshordozó a tér erőhatása révén gyorsulva akkora mozgási energiára tesz szert a két ütközése közötti, rendelkezésre álló, szabad úthosszon, amely a semleges gázmolekulákkal történő ütközéskor azok ionizációját idézi elő.

Az így keletkezett szabad elektronok újabb semleges részecskével ütközve további elektronokat szabadítanak fel ionizáció révén, és így kialakul az elektronlavina. A csúcs közelében tehát töltéshordozókból álló vezető csatorna alakul ki. A vezető csatorna nem terjed ki azonban a másik elektródáig, mert

a csúcstól távolodva a villamos térerősség egyre kisebb, így ott már ütközéskor nem következik be az ionizáció.

A koronakisülés lehet pozitív és negatív. Az elnevezés a hegyes csúcs polaritásától függ: ha ez pozitív a laposabb felülethez képest, pozitív koronakisülésről beszélünk, ha ez negatív, akkor negatív koronakisülésről van szó. Váltakozó áram esetén, a körülményektől függően, mindkét fajta kisülés létrejöhet, míg egyenáramnál értelemszerűen csak az egyik.

A koronakisülésnél plazma jön létre. A fizikában és a kémiában a plazma ionizált gázt jelent. Az ionizált itt azt jelenti, hogy az anyagot alkotó atomokról egy vagy több elektron leszakad, és így a plazma ionok és szabad elektronok keveréke lesz. Mivel az elektronok már nem lesznek az atomokhoz kötve, hanem szabadon mozoghatnak a plazmában, a plazma elektromosan vezetővé válik, és az elektromágneses mezőkkel kölcsönhatásba lép.

Az ACIS koronakisülésű, vagy egyszerűen csak koronagyújtás, más gyújtóforrásokkal, más új gyújtórendszerekkel összevetve, azaz a nagy előnnyel bír, hogy bármely ma használt motorban alkalmazható és hajtó áramköre, de főleg a gyújtógyertyája – ma úgy tudjuk – lényegesen kisebb költséggel állítható elő. (Vajon mit szól ehhez a „gyertyalobbí”?)

Egy bevált rendszerről áttérni újra csak akkor érdemes, ha az valóban komoly előnyökkel bír, legyen pozitív hatása a motorfogyasztásra, a gyújtásbiztonságra, az élettartamra (nincs elektródafogyás) és a gyártási költségekre. Most úgy tudjuk (a „most” gyakran hivat-



kozott, mert csak csepegtetett információink vannak, és arról sincs hírünk, melyik autógyár folytat alkalmazási kísérleteket), a felsorolt előnyökkel az ACIS egytől egyig rendelkezik. Most a buktatóit, ha van neki, nem látjuk.

Hagyományos szikragyújtásnál gyújtásproblémával akkor kell szembenézni, ha:

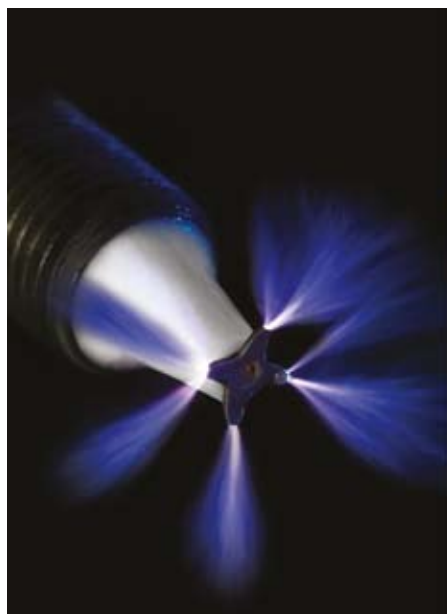
- homogén híg keverékkel üzemel a motor (várhatóan ilyen keverékű motorok ismét lesznek),
- rétegzett keverékkel üzemel a motor. Itt ugyan a gyertya környezetében dús a keverék, éppen azért, hogy szikrával meggyújtható legyen, de a gyújtógyertya kialakítása is eltér a hagyományostól és nagyobb gyújtófeszültség is szükséges, nehogy gyújtáskimaradás legyen,

- nagymértékű kipufogógáz-visszavezetésnél is lényegesen romlanak a gyújtási feltételek,

- minden gyorsan változó terhelésű átmeneti (tranzien) üzemben kritikus a helyzet.

Ne tessük a mai hagyományos szikragyújtást, köszöni, jól megy a dolga. Igaz, egyes motorokhoz a többféle nemesfém-lapkás és elektródájú gyertyák csillagászati összegbe kerülnek, de gyártójuk ennek örül, és szerinte szinte örök darabok. Több a baj a trafókkal, elektronikákkal (ugye, emlékszünk a ceruzatrafók tömegszerű, visszahívásban történő cseréjére).

Az ACIS tényleges előnyét a Federal-Mogul is azoknál a motoroknál véli kiteljesedni, melyek a hagyományoshoz képest kritikus üzeműek:



- nagy terhelésűek (feltöltött, nagy középnyomású),
- nagy fordulatszámú,
- nagymértékű a kipufogógáz visszavezetett mennyisége (több mint a friss töltet 35%-a),
- réteges keverékkel (is) üzemel,
- alternatív hajtóanyaggal, illetve gázzal üzemel.

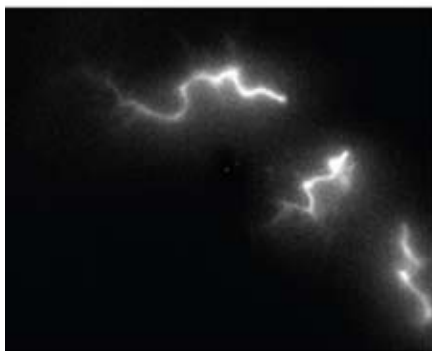
Hagyományos esetekben (keverék-összetétel  $\lambda = 1$  szűk környezetében) az ACIS-nak a gyújtás „gyerekjáték”, a plazmacsatorna az égéstér nagy gáztérfogatába hatol be (ez az előny más esetben is!), a gyújtás rövidebb időn belül megtörténik (több ponton történő gyújtás). A kopogásos égés sem alakul ki olyan intenzitással és nagy térfogatban, mint a hagyományos lángfrontnál.

## Az áramkör

A koronakisüléshez az elektródacsúcsokon nagyfeszültségnek kell megjelennie. Mivel váltakozó a feszültség, értékét a csúcstól csúcsig feszültséggel lehet megadni, amely 72 kV. Az ACIS vezérlőegység először a fedélzeti 12 V DC feszültségből DC/DC átalakítással 150 V feszültséget állít elő, majd ebből képez nagyfrekvenciás áramot. A gyújtógyertyán vagy attól távolabb, gyújtókábel-összeköttetéssel indukciós tekercs van. A tekercset váltakozó feszültséggel gerjeszti a különálló ACIS vezérlőegység. A gerjesztőfrekvencia 1 MHz. A koronakisülés addig áll fenn, amíg a gerjesztés tart: ez időben tetszőleges hosszúságú lehet, de elegendően 0,25–0,5 ms. Az áramkör nagyfrekvenciás rezgőkört alkot. Valós LC-körökben a tekercs és a kondenzátor saját ellenállása következtében mindig fellép energia-

vesztés. Ennek következtében egy RLC ellenállású áramkör rezgései csillapítottak (azaz csökkennek). A rezgést külső szinuszos jelgenerátor segítségével lehet fenntartani. A rezgés amplitúdója akkor maximális, ha a fenntartó külső forrás frekvenciája megegyezik a csillapítatlan LC-kör saját frekvenciájával.

Az ACIS teljesítményfelvétele egy prémium autó audiorendszer teljesítményével vethető össze. A fejlesztőknek – fogal-



maz finoman a Federal-Mogul illetékese – több technikai, áramköri nehézséggel kellett megbirkózniuk. Jelenleg 8 hengerű motorig van készen a rendszer. (Engedjenek meg egy kis kitérőt. A BERU a Mercedesnek készített olyan gyújtást, mely első ránézésre hagyományos, de a primer kört nagyfrekvenciás árammal (25 kHz) táplálják, és ez transzformálódik a szekunderre. Így a gyújtóiv kvázi folyamatos a hagyományos gyertya szikraközében. A gyújtás addig tart, ameddig a primer tekercs gerjesztése fennáll. Ennek a gyújtásnak nagy előnye, hogy átkapcsolható ionáram-figyelésre.)

Hagyományos gyújtás primer áram maximuma 8–9 A közötti érték, ACIS esetében, amíg a gerjesztés és így a koronakisülés tart, 2 A az áramfelvétel. Az ACIS vezérlőegység a motorECU-tól kap jelet a gyújtás beindítására. A fejlesztők előnyként említik, hogy a vezérlőjel befutásától csak 100–300 mikroszekundumnak kell eltelnie, hogy a koronakisülés létrejöjjön, míg ez a késedelmi idő hagyományos gyújtásnál 2000–3000  $\mu$ s is lehet. A szekunderfeszültség-felfutás kezdetétől az ívkeltésig, hagyományos gyújtásnál kb. 70  $\mu$ s telik el, addig az ACIS-rendszerrel a plazmacsatorna kialakulása nanomásodpercekben mérhető.

## Még várni kell

Korábban is elmondták, az utóbbi híradásokban is megerősítették, hogy akár 10%-os

tüzelőanyagfogyasztás-csökkenés is elérhető az ACIS-rendszerrel, a kisebb energiafelhasználását, a jobban időzíthető gyújtását és a nagy térfogatban való gyújtást jelölve meg okként.

Mivel a koronagyújtás szakmai premierje 2011-ben a frankfurti Autósalonon volt, talán az idei IAA-n is a szakmai közönség elé tárják, remélhetően jóval több információval, mint azt a premieren tették. Ha így lesz, mi is beszámolunk róla.

Kristopher Mixell, a Federal-Mogul ACIS fejlesztési igazgatója szerint jelenleg (2013. május) húsz autó-, illetve motorgyártó teszteli az új gyújtást. Valaki még csak az előkísérleteknél tart, ki már a beépítés lehetőségeit tekinti át. A sorozatgyártásra valószínűsíthetően 2016–2018 között kerülhet sor.

Meglátjuk, hogy Szent Elmo (ellopott) tüze milyen gyújtást hoz a motortechnikában.

**DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN**

*Forrás:*

J. Burrows et al: Corona-Zündsystem für hocheffiziente Otomotoren, MTZ, 2013/6. p. 484–487.

Kami Buchholz: Federal Mogul's ACIS re-defines the 'spark plug' for dilute/lean combustion, SAE News, May 2013

Martin Puhl: Corona and Laser Ignition in Internal Combustion Engines. A comparison to conventional spark plug ignition, Diplomarbeit TU Wien, 2007.

