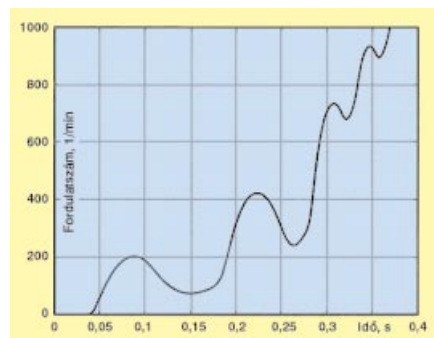


Benzinmotorok közvetlen indítása

Napjaink belső égésű motorral hajtott gépkocsijainak álló helyzetben felmerülő, fölös üzemanyag-fogyasztását „start-stop” indítórendszerek használatával csökkentik. Ezek a rendszerek a gépkocsi megállása után leállítják, majd a jármű továbbindulásakor újraindítják a motort és annak az üzemanyag-ellátását. Az újraindítás azonban ez idáig jó néhány külső eszköz használatát tette szükségesé. A Bosch Direktstart-rendszere egyszerűsíti a közvetlen befecskendezésű benzinmotorok újraindítását, és minímálisra csökkenti a külső indítóeszközök használatát.

A Direktstart indítókeverék begyűjtésével indít. Az így végzett indítás nemcsak az indítómotor használatát küszöböli ki, hanem jelentős mértékben hozzájárul az indítási zaj- és károsanyag-kibocsátás, a hidegüzemi kopás csökkentéséhez, amivel hozzájárul a motorok élettartamának megnöveléséhez. A Direktstart, a vele felszerelt motorokon, szükségüzemi biztonsági eszközzé teszi az indítómotorokat.

A közvetlen indíthatóság peremfeltétele a nagynyomású rétegzett feltöltés, a négy, vagy annál nagyobb hengershám és a DI Motronic keverékképzés. Ezek megléte esetén a motorok közvetlenül a gyújtáskezdet előtt végzett benzinbefecskendezéssel, és az így kialakuló keverék meggyújtásával, indítómotor használata nélkül is beindíthatók. Ennek tanulmányozására a fejlesztők kiterjedt üzemi és

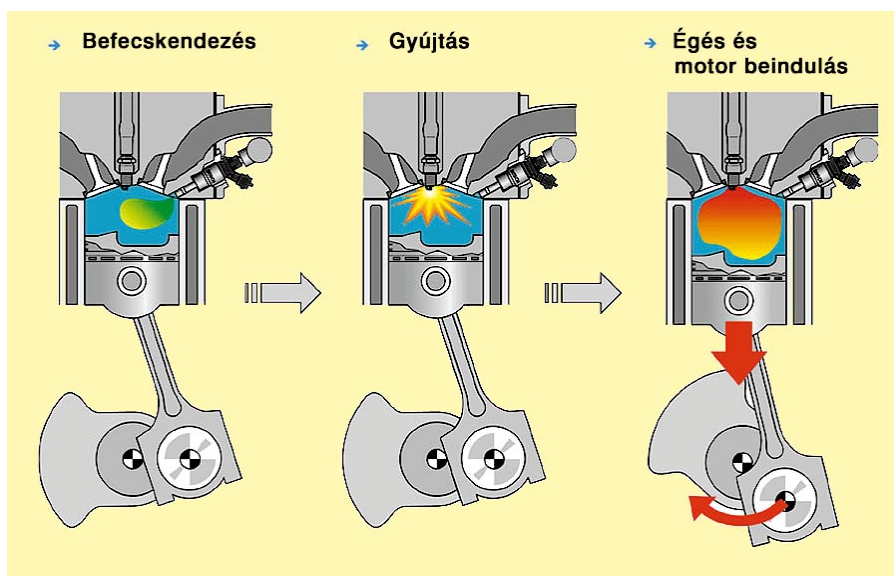


A 20 °C-on, 100 főtengelyfokkal a motor felső holtpontja után végzett közvetlen indítás időfordulatszám-diagramja

szimulációs kísérleteket folytattak. Olyan tapasztalatokkal, hogy a közvetlen indítási üzemmód további bővítése, az így elérhető megtakarítások miatt, jelentősen túlmutat a közvetlen indíthatóság előnyeiben.

Bevezetés

Az ACEA 2008-as, 140 g/km-ben kitűzött CO₂-emisszió-csökkentési céljának elérése a meglévő motorok további fogyasztáscsökkentését irányozza elő. A célelérés eredményes eszközcsoportját képezik a „start-stop” indítórendszerek. Szerkezetileg egyszerűbb és költséghatékonyabb alternatívát kínál a közvetlen indíthatóság, amely a motor megfelelő hengerekben előállított égés energiáját használja fel annak beindítására. A megfelelő henger benzinbefecskendezőjét és gyújtógyertyáját működtető közvetlen indítás, a „start-stop” indítórendszer járulékos eszközein kívül az indítómotor használatát is kiküszöböli. Bevezetése ezen túlmenően azért jelentős, mert lehetőséget kínál a motor további fogyasztáscsökkentésére is. A „start-stop” indítás igénye döntően 80 °C-ot meghaladó működési hőmérsékleten merül fel. Ennél kisebb üzemi

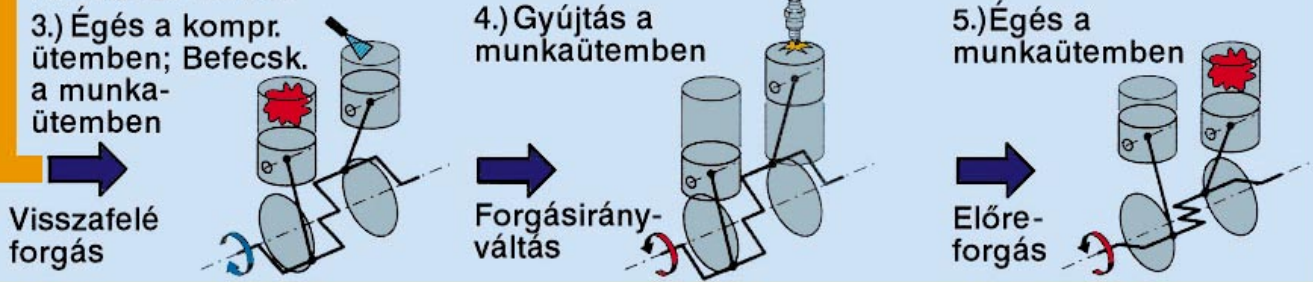


A közvetlen indítás fő mozzanatai

A motor áll



A motor indul



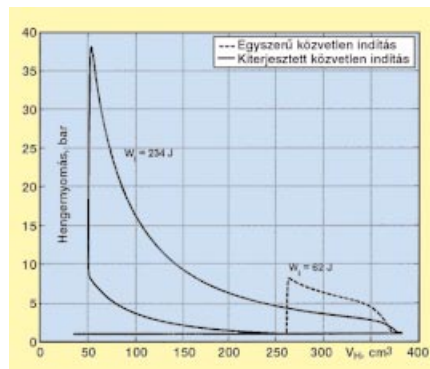
A közvetlen indítási folyamat kiterjesztése

hőmérsékleten a jó hatásfok fokozott követelménye az égéstéren belüli légtömeg elszigetelése miatt meglehetősen nehezen elégíthető ki. A 20 °C-on végzett hidegindítás például már 20%-os hatásfokromlással jár.

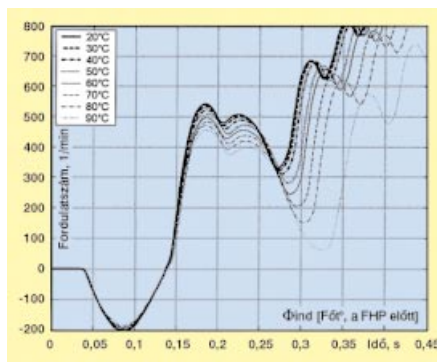
Hagyományos közvetlen indítás

A közvetlen indítás első lépése az erre legalkalmasabb henger kiválasztásával kezdődik. Ezt a motor zárt szeleplással és a felső holtpontba érő dugattyúállással jellemezhető hengere jelenti. Ebbe a hengerbe kell, a

befecskendezőszelepen át indítódózisnyi mennyiségű benzint befecskendezni, és azt rövid keverékképződési idő



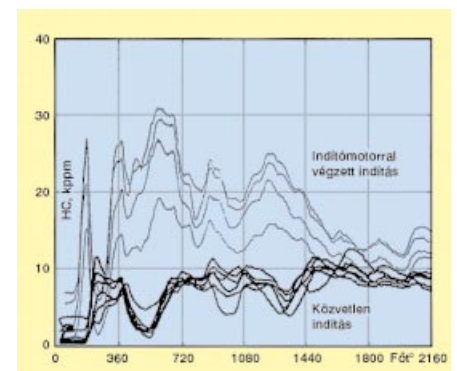
fordulatszámra visszaeső fordulatszámesséssel jár. Amint a dugattyú túljut a felső holtpontra, a gyújtógyertya meggyújtja az összsűrített benzinlevegő-keveréket. Az égéskor felszabaduló energia gyorsítani kezdi a motort. Ezt követően újból felépül a sűrítési nyomás, amely újból növelni kezdi a fordulatszámot. Úgy, hogy újabb, komprimálható töltetadag jön létre, amelynek meggyújtása a megfelelő üresjárat fordulatszámra gyorsítja a motort. Mivel a kísérletek azt mutatták, hogy a motor beindulását az első két sikeres kompresszióütem határozza meg, ennek létrehozásához a Bosch mérnökei



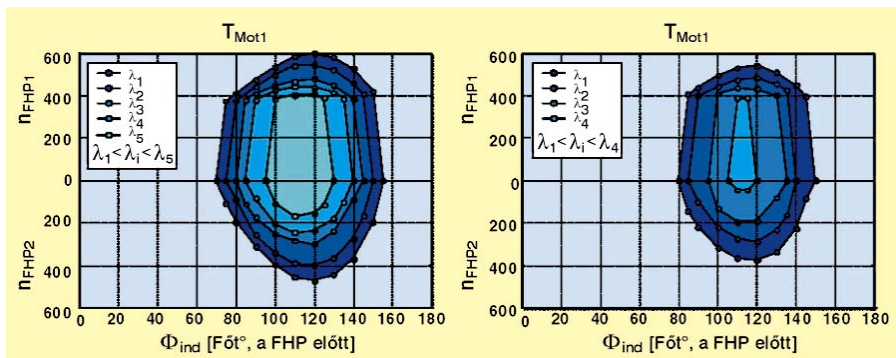
A motorhőmérséklet befolyása közvetlen befecskendezésű motor közvetlen indítására

Munkadiagramok összehasonlítása egyszerű és kiterjesztett közvetlen indítás esetén

után a gyújtógyertya működtetésével meggyújtani. Az így létrehozott munkaütem égési energiája az, amely a forgattyús mechanizmuson keresztül forgatóhatást fejt ki a motor főtengelyére. A 2. ábra 20 °C-os működési hőmérsékleten, 100°-kal a motor felső holtpontja után bekövetkező beindulást mutat be, amelyen az első gyorsulás 200/min fordulatszámra következik be. Ezt a gyújtási sorrendben a következő hengerben fellépő nyomásfelépülés követi, amely 100/min

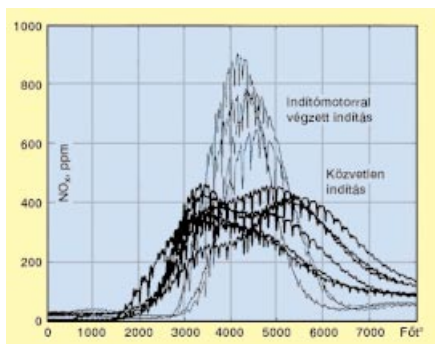


A kipufogógáz CH-koncentrációja közvetlen és indítómotorral végzett indítás esetén



Az indítási szögablak változása különböző légviszonyú keverékekkel végzett, kiterjesztett közvetlen indítás esetén

szimulációs termodinamikai motormodelt fejlesztettek ki. Az automatikus termodinamikai modell használatával az égés, a keverék-összetétel, a maradék gázok, az örvénylés, az égéstérfa-hőmérséklet, a gázszivárgás, a töltetcsere, a forgattyús hajtómű dinamikájának és súrlódásának indítást befolyásoló hatásai valós kombinációban reprodukálhatók. A motor közvetlen indíthatósága számos tényezőtől függ. Az indítási szög tartományt döntően az indítóhengerben a maradék gáz mennyisége, a keverékképzés, az üzemi hőmérséklet, a motor sűrítési viszonya és vezérlési idői befolyásolják. A közvetlen indítás munkáigényét az előbbieket indítási alkalmasságot meghatározó, viszonylag szűk tartomány határozza meg. Az indítási ablak vízszintes kiterjedése a főtengely szögelfordulását, függőleges metszékei az első és a második felső holtpontra átmenő dugattyúhelyzetekhez tartozó motorfordulatszámokat



A kipufogógáz NO_x-koncentrációja közvetlen és indítómotorral végzett indítás esetén

ábrázolják. Az első és a második hengerben zajló indításkori égés minőségi jellemzői, a légviszonyok (λ) görbeseregei. Ezek az égés során átalakuló levegőmennyiségnek az égéstérbe zárt levegőhöz való viszonyát fejezik ki. Úgy, hogy közülük az egynél nagyobb λ -val jellemezhető légviszonyok a keverékképzés fogyatékoságának indikátorai. A hőmérséklet csökkenésével romló minőségű indítókeverék-állapotokat csökkenő méretű indítóablakok jelenítik meg. A szimulációs eredmények alapján ez a következőképp értelmezhető. Minél nagyobb a motorhőmérséklet, az égéstérben annál kisebb az első égést lehetővé tevő légtömeg. A keverékképzés minőségét az éghető keverék kialakulásához rendelkezésre álló léghányad, a felszabadítható égési energiát és annak termodinamikai munkavégzésre fordítható hasznosítható hányadát a motorhőmérséklet és a keverékminőség határozza meg. A vázolt hatáslánc alapján a közvetlen indíthatóság az első kompresszió eredményeként keletkező dugattyúmunkára átalakítható munkamennyiség küszöbértékének a függvénye. Az első égés mechanikai munkává átalakuló eredményességét fizikai törvények korlátozzák, amelyek befolyása a következők alapján értékelhető. A közvetlen indítás tömítetlen térben lévő keverék meggyújtásakor kialakuló égési energia mozgási energiává alakítására épül. Ennek égési nyomása ötödrésze a zárt égéstérben kialakuló égésének. Az átalakulás olyan kései főtengelyszögelfordulás-

tartományban következik be, ami legfeljebb negyednyi, hasznosítható energia átalakulására ad lehetőséget. A mechanikai munkavégzés szempontjából kedvezőtlen energiaátalakulás másfajta indítással küszöbölhető ki.

Kiterjesztett közvetlen indítás

A szimulációs eredmények azt mutatják, hogy az eddig tárgyalt, hagyományos közvetlen indítási folyamat hasznosítható energiafedezete korábbi elősűrítéssel és gyújtással jelentősen kiterjeszhető és megnövelhető. Az indítási ablak és az indítási folyamat első és második felső holtpontra átmenetre való kiterjesztése oly mértékben megnöveli az indítási fordulatszámot, hogy a motor kívánt fordulatszám-felfutása a következő két sűrítési ütem munkavégzésével munkaütem kimaradása esetén is biztosítható. Az ily módon létrehozott égés a kialakult forgásiránnyal ellentétes irányba mozdítja a főtengelyt, az égésben részt vevő henger dugattyúja továbbra is felső holtpont előtti helyzetben van. A mozgási irány megváltozása előtt, a kompresszióütem végén, megfelelő késedelem után, a gyújtógyertya meggyújtja az égéstérbe fecskendezett benzint levegővel és maradék gázokkal együttes keverékét. Ennek hatására a dugattyú ismét lefelé, a főtengely pedig újból a kívánt forgási irányba mozog. A forgásirányváltást létrehozó elősűrítés és korábbi gyújtás a várakozásnak megfelelően, kis és nagy üzemi hőmérsékleten egyaránt világosan megnöveli a közvetlen indítás indítási ablakát.

Kilátások

Az előbbieket szerint megalapozott eljárások a hasznos munkaterület további növelését, illetőleg a közvetlen és az indítómotorral végzett indítás koordinált összehangolását irányozzák elő. Az utóbbi cél megvalósítása különösen nagy hidegben mérsékli a járműmotor és az indítómotor igénybevételét, csökkenti az akkumulátor terhelését, és teszi kényelmesebbé a járműmotor beindítását.

petjan