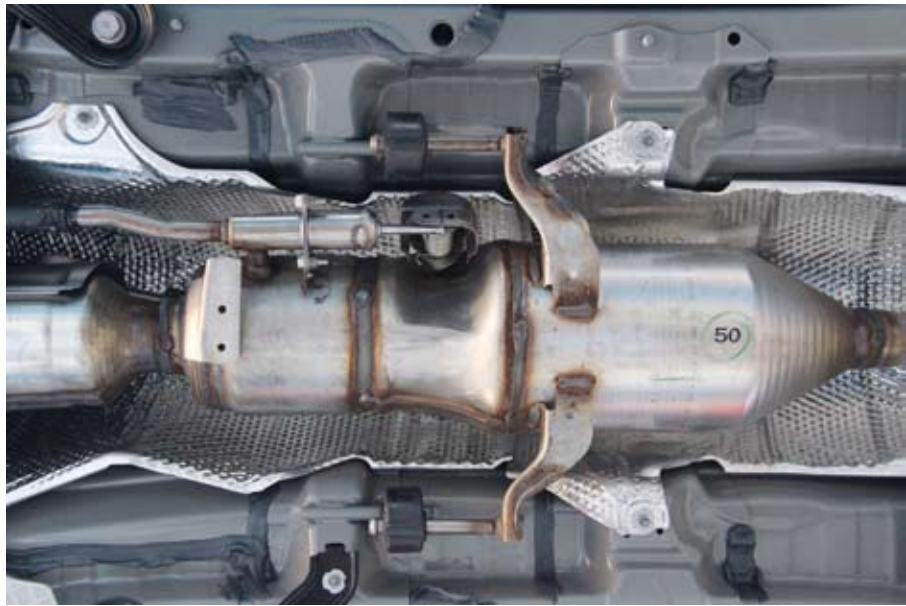


Hűtőfolyadék-melegítés kipufogógázzal

Manapság a gépjárművek és a gépjárműmotorok fejlesztése során elsődleges szempont az olyan technológiák alkalmazása, melyek a minél kisebb károsanyag-kibocsátást és fogyasztást hivatottak segíteni, ezzel biztosítva azt, hogy az adott gépjármű teljesítse az egyre szigorodó károsanyag-emissziós szinteket. A kipufogógáz hője hasznosítható energiát tartalmaz, vagyis segíthet a fenti célok elérésénél, ennek hasznosítására már régen törekednek a fejlesztőmérnökök. Mostani cikkünkben egy, a Toyota mérnökei által tervezett rendszerrel és annak működésével ismerkedünk meg.



Hűtőfolyadék-melegítés kipufogógázzal

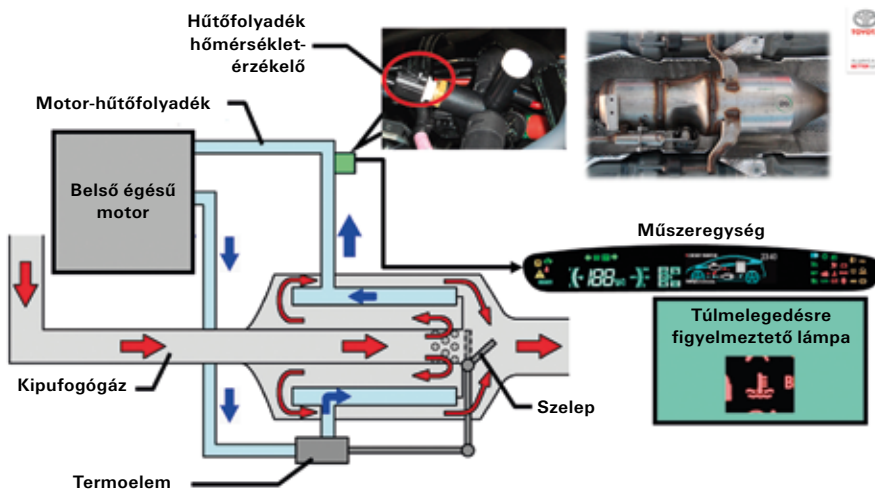
Egy korábbi cikksorozat keretében (2008/7., 8. és 9. szám) már foglalkoztunk a kipufogógáz energiahasznosításával, ahol részletesen ismertettünk pár tesztelés alatt álló, valamint már a valóságban, széria gépjárművekben is alkalmazott olyan rendszert, amely a kipufogógázban lévő energia hasznosításával járul hozzá a belső égésű motor hatékonyságának javításához. A cél azonos, a megvalósítás azonban igen különböző,

hiszen bizonyos rendszerek a kipufogógáz hőenergiáját mechanikai munkává, bizonyos rendszerek pedig villamos energiává alakítják át, így a visszanyert és átalakított energia felhasználása is különböző. A következőkben ismertett Toyota-rendszer a hőenergiát közvetlenül hasznosítja, a hűtőfolyadék melegítésére használja.

A Toyota folyamatosan fejleszti hibrid hajtásrendszerét, az 1997-es piacra kerülése óta. A fejlesztés egyik eleme a kipufogógáz energiahasznosító rendszer alkalmazása, amely a harmadik generációs Priusban mutatko-

zott be, 2009-ben. Azóta számos Toyota és Lexus hibrid hajtású modellben alkalmazza a Toyota ezt a rendszert, akár az alapfelszereltség részeként, akár a „hideg specifikációjú” modellek felszereltségeként.

Hűtőfolyadék melegítése? – tehetjük fel csodálkozva ezt a kérdést magunkban, hiszen kicsit ellentmondó ez a tétel. A hűtőrendszer, a hűtőfolyadék alapvető feladata egy belső égésű motorban, hogy biztosítsa a motor egyenletes hőterhelését és szabályozza a motor alkatrészeinek hőmérsékletét, emellett pedig biztosítsa az utastér fűtését, amikor arra szükség van. Vagyis alapesetben a hűtőfolyadék a motorban áramolva felvesz egy bizonyos hőmennyiséget, amit aztán a hűtőradiátoron keresztül lead a környezetnek és/vagy az utastér fűtésére fordít a rendszer. Ez akkor igaz, amikor a belső égésű motor már üzemel, viszont ezt az állapotot el kell érni. A bemelegedési fázisban, amikor a belső égésű motor alkatrészei még nincsenek üzemi hőfokon, nagyobbak a súrlódási veszteségek, tüzelőanyag csapódik le a szívócsőben, röviden ilyenkor nagyobb a tüzelőanyag-fogyasztás és a károsanyag-emisszió. Tehát alapvető érdek, hogy a bemelegedési fázis a lehető legrövidebb legyen. Ez különösen fontos a hibrid hajtású gépjárműveknél, hiszen a motor bemelegedése után leállítható a belső égésű motor, és kihasználhatók a villamos hajtás nyújtotta

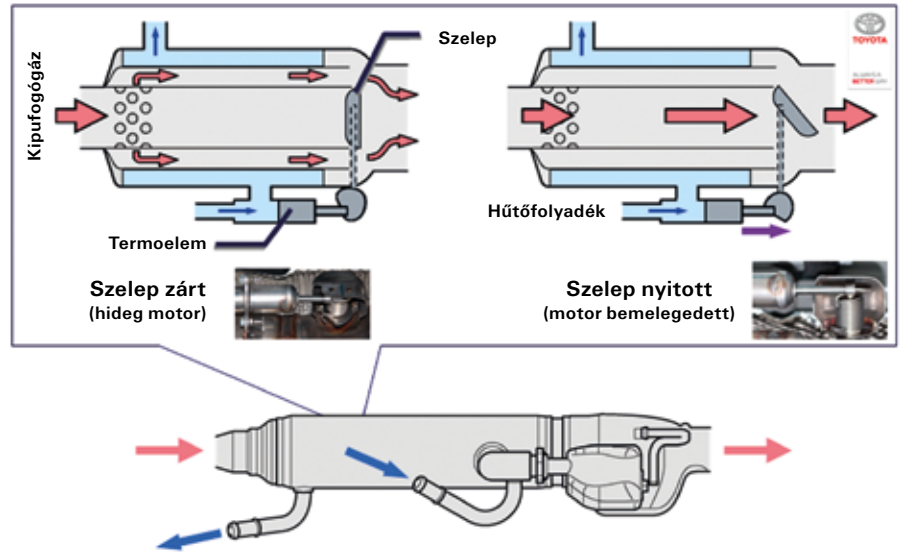


1 a. Toyota Prius ZVW30 kipufogógáz hőcserélő-rendszer felépítése

előnyök. A Toyota hibrid hajtás irányítása az első induláskor addig járhatja a belső égésű motort, amíg a hűtőfolyadék hőmérséklete el nem éri a 45 °C-ot, bekapcsolt utastéri fűtés esetén pedig a 65 °C-ot. Azért, hogy ez minél hamarabb megtörténjen, a Toyota mérnökei egy kipufogógáz-hűtőfolyadék hőcserélőt építettek a rendszerbe. Fő feladata, hogy a bemelegedési fázisban a kipufogógázban lévő hőmennyiség egy részét átadja a hűtőfolyadéknak – vagyis melegítse azt –, mely így hamarabb felmelegszik, és segít a motornak hamarabb elérni az üzemi hőmérsékletet.

A hőcserélő szerkezete

Az **1** a. ábrán láthatóak a rendszer fő elemei és ezek egymáshoz képesti elhelyezkedése, kapcsolata. A rendszer legfontosabb eleme a kipufogógáz-hőcserélő, mely a katalizátor és a középső kipufogódob között helyezkedik el a kipufogórendszerben. A hőcserélőhöz csatlakozik a motor hűtőrendszere. Az **1** b ábra szerint – mely a Prius 2ZR-FXE motorjának hűtőkörét ábrázolja – az utastéri fűtőradiátorból kilépő hűtőfolyadék belép a hőcserélőbe, majd a hőcserélőből történő kilépés után az EGR-hűtőn és a termosztáton keresztül a motorblokk felé folytatja útját. A kipufogógáz-hőcserélőben található egy termoelem, mely egy mechanikus szelepet működtet, amely meghatározza a hőcserélőbe belépő kipufogógáz útját. Két lehetséges út áll a rendelkezésére: vagy egyenesen áthalad a hőcserélőn és nem érintkezik a hűtőfolyadékkal, vagy egy másik úton ha-



2 A hőcserélő működési fázisai

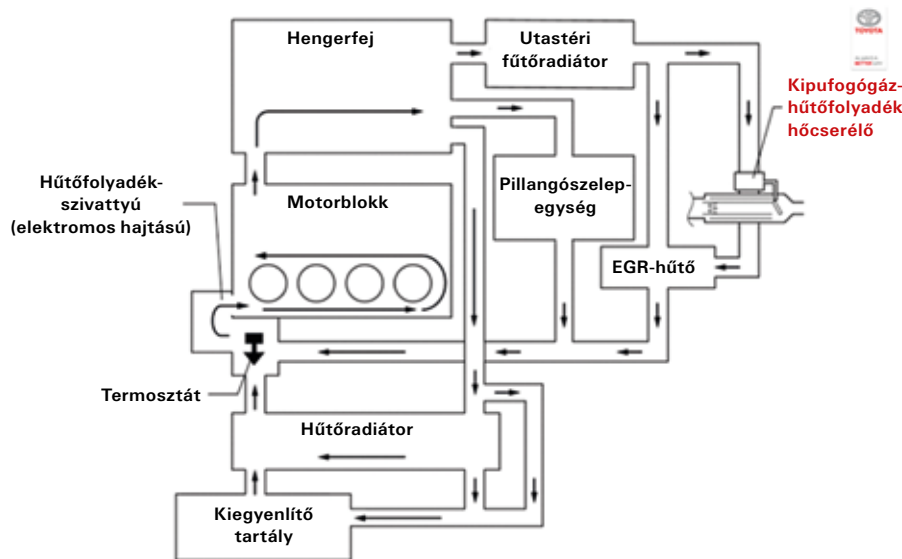
lad, ahol érintkezik a hűtőfolyadékkal és így megvalósulhat a hőmennyiség közvetlen átadása a hűtőfolyadéknak. A rendszer egyetlen elektromos eleme egy hőmérséklet-érzékelő, mely a hűtőfolyadék hőmérsékletét méri a kipufogógáz-hőcserélőből kilépő csővezetékben. A szabályzás tehát teljesen mechanikusan működik a termoelem és a kipufogógáz-szabályzó szelep által.

A rendszer működése

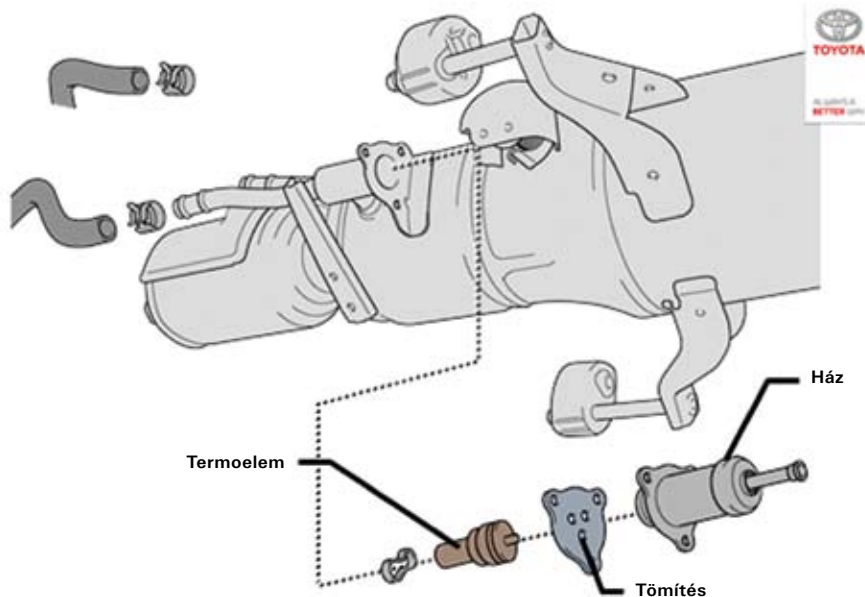
A **2** ábrán szemléltettük a rendszer működési fázisait. A bal oldali ábra mutatja a motor bemelegedési fázisát, amikor a hűtőfolyadék hőmérséklete még kicsi. Ebben az

esetben a kipufogógáz-szabályzó szelep zárt állapotban van, vagyis megakadályozza a kipufogógáz szabad áthaladását, és a perforált csövön át a hőcserélő részbe irányítja, ahol az érintkezik a hűtőfolyadékkal. Itt megtörténik a hőcsere, és a hűtőfolyadék melegedni kezd a kipufogógázból átadódó hőmennyiség hatására. A kipufogógáz ezután kilép a hőcserélőből, a hűtőfolyadék pedig folytatja útját a motorblokk felé. A zárt kipufogógáz-szabályzó szelep fojtást jelent a kipufogórendszerben, de nagyobb gázadás esetén (pl. erőteljes gyorsítás) a nagyobb kipufogógáz-mennyiség és kipufogógáz-sebesség hatására a szelep nyit, és így a kipufogógáz szabadon áthaladhat a hőcserélőn.

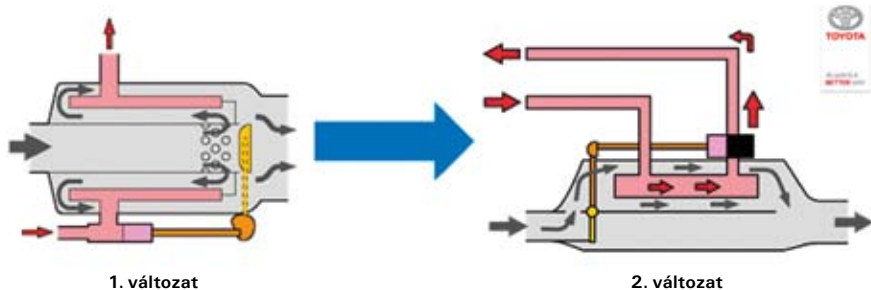
A hőcserélő hűtőfolyadék-belépő csoncjában van egy termoelem **3**, mely a hőmérséklet hatására változtatja a méretét. Ahogy egyre melegebb hűtőfolyadék lép be a hőcserélőbe, úgy változik a termoelem mérete és nyitja a kipufogógáz-szabályzó szelepet egy rudas mechanizmuson keresztül (pl. 25 °C és 85 °C közötti hőmérséklet-változás során kb. 15 mm-t mozdul el a rudas mechanizmus). A kinyíló szelep egyre több kipufogógázt enged át, mellyel arányosan csökken a hőcserélő részben áthaladó kipufogógáz mennyisége, vagyis csökken a hűtőfolyadéknak átadott hőmennyiség is. Amikor a motor eléri az üzemmelleg hőmérsékletet, a szabályzó szelep már teljesen nyitva van és csak kis mennyiségű hő adódik át a hűtőfolyadéknak a hőszugárzás következtében. Mivel a rendszer nem tartalmaz elektromos működtetésű elemeket, csak mechanikai jelle-



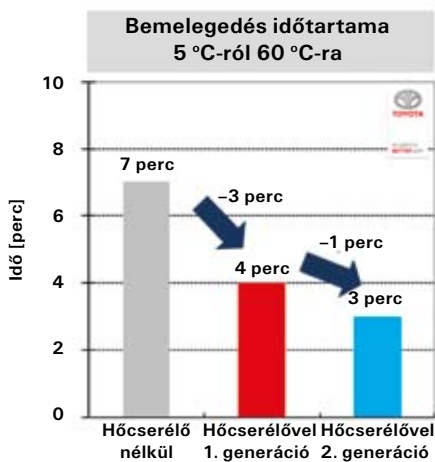
1 b. 2ZR-FXE motor hűtőrendszerének vázlatja, a hőcserélő elhelyezkedése



3 A hőcserélő vezérlőeleme



4 A hőcserélő szerkezetének továbbfejlesztése



5 A hőcserélő hatékonysága

gű hiba akadályozhatja a rendszer megfelelő működését. Mechanikai hiba (pl. a kipufogógáz-szabályozó szelep megragadása zárt állapotban) következtében túlmelegedhet a hűtőfolyadék, ezt megakadályozandó, a hűtőfolyadék kilépő csonkjá után egy hőmérsék-

let-érzékelő folyamatosan méri a hűtőfolyadék hőmérsékletét és túlmelegedés esetén bekapcsolja a túlmelegedésre figyelmeztető lámpát a műszeregységen (lásd 1 a. ábrát), valamint hibakódot tárol a rendszer, mely a motor hibajelző lámpa bekapcsolását eredményezi.

Karbantartást, alkatrészcsere nem igényel a kipufogógáz-hőcserélő rendszer. Csupán annyi a különbség egy kipufogógáz-hőcserélővel és anélkül szerelt modell között, hogy az első hűtőrendszerbe több hűtőfolyadékot kell tölteni. Egy 2010-es Auris Hybrid esetén a hőcserélő nélkül szerelt modellben 6,5 liter, míg a hőcserélővel szerelt modellben 7,2 liter hűtőfolyadék található a hűtőrendszerben. A karbantartási intervallum nem változik, a hűtőfolyadékot a 150 000 km-es karbantartás során kell lecserélni, ahogyan a kipufogógáz-hőcserélő nélkül szerelt modellek esetén is.

A rendszer hatása számokban

A harmadik generációs Priusban jelent meg az első változata a kipufogógáz hőcserélő rendszernek, majd az újabb hibrid modellek (pl. Toyota Prius+, Lexus CT200h) megjelenésével továbbfejlesztette a Toyota a rendszert a még hatékonyabb működés érdekében. A szerkezetben történt változást szemlélteti a 4. ábra. Az 5. ábrán látható diagramok pedig a különböző változatok alkalmazásának hatását mutatják. A bal oldali oszlopdiagramon a hűtőfolyadék bemelegedésének (-5 °C-ról 60 °C-ra) időtartama látható hőcserélő nélkül, valamint az első és második változatú hőcserélő alkalmazásával. Az első változat használatával 7 percről 4 percre csökkent a motor bemelegedésének időtartama, vagyis ennyi idővel hamarabb állhat le a belső égésű motor és használható ki a villamos hajtás előnye, a második változattal további 1 percet faragtak le a bemelegedési időből. Vagyis a második változat alkalmazásával fele annyi időt sem vesz igénybe a hűtőfolyadék bemelegedése 60 °C-ra, mint a hőcserélő nélküli motor esetén. A jobb oldali diagram pedig azt mutatja, hogy mennyivel javul a tüzelőanyag-gazdaságosság télen a különböző változatú hőcserélőkkel. Az eredmények alapján elmondható, hogy a hőcserélő – különösen téli időjárási körülmények között – jelentősen gyorsítja a hűtőfolyadék, ezáltal a motor bemelegedését, ezzel lehetővé téve, hogy minél hamarabb leállhasson a belső égésű motor és tüzelőanyag-fogyasztás nélkül, a villamos hajtást használva haladjunk a gépjárművel, valamint minél előbb beindulhasson az utastér fűtése.

OROSZ NORBERT
VEVŐSZOLGÁLATI OKTATÓ
TOYOTA MOTOR HUNGARY KFT.