



Hyundai ix35 FuelCell

Elektromos autó műanyag kipufogócsővel



DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

A címben szereplő autó(csoda) az első sorozatban gyártott tüzelőanyag-cellás személyautó, melyet – például a környezetvédelem iránt elkötelezettek – a kijelölt Hyundai márkakereskedések egyikében meg is vásárolhatnak. A tüzelőanyag-cella technikájában nem járatosak figyelmét pedig a cikk alcímével szeretnénk felkelteni. Nem, ez nem fából vaskarika, nem blöff vagy technikai tévedés. Ez valószínűleg autotechnika. Vizsgáljuk meg, hogy miért kell egy villanyautónak kipufogócső, hiszen az elektromos áramot az akkumulátoraiból veszi. Kérdés az is, hogy miként kerül az elektromos energia az akkumulátorba? Kell-e egyáltalán akkumulátor egy elektromos autóba? Műszaki ismereteinket felkavaró kérdések ezek. Szép sorjában, egytől egyig megválaszolhatóak. Járjunk utána!

ÁRAMTERMELÉS A FEDÉLZETEN

Ha az autó magával viszi az áramtermelő alkalmatosságot, akkor már közelítünk a megoldáshoz. Legyen ez egy belső égésű motor, mely villamos generátort forgat. A villamos áram a generátorból, villamos főegységeken keresztül eljut a kerekeket hajtó villanymotorig, ebből akár több is lehet. Az áram akkumulátorba is megy, ehhez átalakítók kellene, mert kell áram a segédberendezésekhez, például a világításhoz, egyes fűtésekhez, a klímakompresszorhoz, a rádióhoz stb., akkor is, ha áll az autó és a motorja is, és utoljára, de nem utolsósorban a villanymotor-rásegítéshez. Ezt a konstrukciót nevezzük soros hibridnek.

Ilyen például a GM Volt és Ampera. A belső égésű motor lehet benzines, gázos vagy dízel. Ezeknek van kipufogócsöve, ahol a forró kipufogógáz – katalizátorok után – kiáramlik a környezetbe.

A villanyautót kisegítő áramellátás – a hatótávolság-növelő, vagy akku lemerülésénél a mentőöv – is (ma még) belső égésű motor. Van kipufogócsöve, ahol a forró kipufogógáz a szabadba áramlik. Ez a RangeExtender technika. Ilyen rendszerű lehet például a



2

BMW i3-as elektromos autó is, ha ezt a kiegészítést megrendelik hozzá. Itt az akkuk adják a fő energiaforrást, a „frissítéshez” azokat kell tölteni például otthon a hálózatról vagy villamos töltőállomásnál.

VALAMI NEM STIMMEL...

Cikkünk címében írt állításunkban – az eddig elmondottak alapján – egy dolog nem stimmel. A kipufogócső műanyagból van 1, amelyik biztosan

nem bírja a forró kipufogógázokat. Akkor itt másról van szó!

A megoldást – ezzel már folyóiratunkban sokszor foglalkoztunk, például az évi első számában, kérjük, nézzék át korábbi írásainkat – a tüzelőanyag-cella adja. A tüzelőanyag-cella, angolul FuelCell, rövidítése FC, hidrogén tüzelőanyagot kér és vizet, vízgőzt bocsát ki, miközben a szivattyúk susogását leszámítva, hangtalanul áramot termel. A vízgőz vagy folyékony víz távozik a kipufogócsövön, és így már érthető, hogy miért lehet a kipufogó műanyagból.

Jelen cikkünk megírásának az adott apropót, hogy közelről is megismerhettünk, vezethettünk és tankolhattunk is egy ilyen autót. A világ első szériában gyártott, ma már megvásárolható tüzelőanyag-cellás gépkocsija a Hyundai ix35 FCEV – FuelCell Electric Vehicle 2.

IRÁNY BÉCSI!

Az autóért Bécsig kellett menni, a Denzel Wien Inzersdorf (többek között) Hyundai márkakereskedésbe. Nem jött volna létre a találkozás, ha a Hyundai Holding Hungary Kereskedelmi Kft. és Sasvári Ákos műszaki



1



A töltőállomás kúttechnikája nem egy egyszerű történet. A Linde cég által készített kúthoz tartályokban érkezik a hidrogén 5, melyet a helyszínen komprimálnak 700 bar nyomásra. A sűrítő is különleges, high-tech, ún. ion kompresszortechnika. Tankolni azonban egyszerű, nem kell hozzá a kutas segítsége. A tankolónyílás fedelének 6 kinyitása után töltőpisztoly 7 rácsatlakoztatása, a biztonsági ravasz rögzítése után az autó tartálya és a töltőrendszer folyamatos információs kapcsolatban van.

A töltés indításához nekünk kell a kúton a start gombot megnyomni. A tartályba nem sokkal több, mint 5 kg hidrogén fér, ennek feltöltéséhez 3–5 perc kell. A töltés bármikor megszakítható a stop gombbal.

MIBE KERÜL?

Mibe kerül a tankolás? A kútoszlopról leolvashatjuk, hogy 1 kg hidrogén 9 € 8. Ha tudjuk, hogy 100 km megtételéhez kb. 1 kg hidrogén kell, máris összehasonlíthatjuk a fogyasztást és a költségeket a hagyományos benzines vagy gázolajos autókkal. Lehet, hogy

3

vezető nem állt volna kérésünkhöz szakmai lelkesedéssel és nem szervezi meg a találkozást.

Thomas Steininger úr, szervizmenedzser fogad bennünket. Szívélyessége lekötelező, szinte élvezzi, hogy műszakiak társaságában a technikai kérdések kerülhetnek a középpontba. Köszönjük a kimerítő tájékoztatását! Először próbáljuk ki az autót: vessük bele magunkat a bécsi forgalomba 3. Az autót vezetni annak, aki automatahoz szokott, semmi újat nem jelent. Akinek nem mondják meg, hogy ez milyen hajtásrendszerű autó, csak azt érzékeli, hogy milyen csendes és milyen jól húz. Két pedál van, az autó tud kúszni, ha a gázzal elvesszük a lábunkat. Ha megállunk, a villanymotor is megáll (mást nem is tudna tenni, mert a hajtás közvetlen). Nincs sebességváltó, egy bolygóműves állandó áttétel van, hiszen a villanymotor fordulatszámával lefedi a 160 km/h lekorlátozott sebességig a hajtást. Teljesen hangtalan, csak a gumizajt és a szélzajt észleljük. Gyorsulni nagyon tud, amennyit a városi körülmények között ennél a nem könnyű autónál kipróbálhattunk. Okos képernyője folyamatosan tájékoztat, hogy mikor veszi ki az áramtermeléshez a hidrogént a tartályokból,

mikor tölti az akkumulátorát, mikor rekuperál. A legfontosabb információ: a tartályban lévő hidrogénnel még mekkora távolságot tehetünk meg, hiszen a tankolási lehetőség ma még nagyon korlátozott.

A HIDROGÉN TANKOLÁSA

Bécs egyik városrészében, Floridsdorfban van egy OMV benzinkút, ahová a hidrogénkutat telepítették 4.



4



5

ingyen is adhatnák a hidrogént reklám okokból, hiszen Bécsben FC autó nincs több, mint 5.

Ausztriában még egy hidrogénkút van, az európai észak-déli útvonalhoz igazodóan, Innsbruckban. Lesz-e több kút Európában? Bizonyára, sőt biztos. A sokszorozást még az FC autók ára és az késlelteti, hogy egy hidrogéntöltő állomás bekerülési költsége több, mint csillagászati összegre rúg.

A hidrogént mondjuk a legkörnyezetvédeőbb motorhajtó anyagnak. Ez vitathatatlan. Járulékos szennyezései azonban lehetnek. Kérdés, hogy mi a hidrogén előállításának módja, és az

milyen hagyományos energiát igényel. A szélkerekes villamos árammal történő vízbontáshoz is szükséges egyéb segédenergia. Számoljunk a logisztikai folyamatok energetikájával is, és ami nagy energiaigényű, az a hidrogén komprimálása.

MENNYIBE KERÜL?

A Hyundai ix35 FCEV egyelőre csak lízingelhető. Futamidő 48 hónap, 80 ekm futáskorlátozással. A havi lízingdíj, beleértve a mobilitásgaranciát, 1816 €. 48 hónap leteltével az autót visszaviszik a fejlesztőközpontba.

A HYUNDAI IX35 MŰSZAKI JELLEMZŐI

A tüzelőanyag-cella (Stack)

A Hyundai fejlesztése a polimer membrános cella. A gáz halmazállapotú hidrogén a cella negatív oldalára, a katalizátorra jut, ahol protonra és elektronra bomlik. Az elektrolit membrán csak a protont ereszti át, az elektronnak „körbe” kell mennie, miközben a villanymotoron vagy akkumulátoron halad át. A cella pozitív oldalára juttatják a környezeti levegőt,



8



6



7



9

de előtte alaposabban megszűrjük, mint a belső égésű motoroknál teszik. 9. A levegőt befúvatják, de előtte – ez is egy az igazi titkok között – kis mértékben nedvesítik. A katódon

találkozik a „különutas” elektron, a hidrogén protonja és a levegő oxigénje, reakcióba lépve vizet alkotnak és a reakció hőt termel (max. 85 °C). A stack maximális teljesítménye 100

kW. Az FC feszültsége 240–450 V (DC). A tüzelőanyag-cella folyadék-hűtésű, keringetés elektromos hajtású szivattyúval, töltetmennyiség 21 liter, elektromosan nem vezető, glikolbázisú hűtőközeg (kék színű).

Nagyfeszültségű akkumulátor

A lítium polimer nagyfeszültségű akkumulátort (DC) 6 modul, modulonként 8 cella alkotja.

Műszaki adatai:

névleges feszültség: 180 V (DC)

maximális teljesítmény: 24 kW

cellaszám: 48

hűtés: fűvott levegő/a fűvó villamos motorja 12 V-os

tömeg: 47 kg

Az akkumulátort az FC és gépjárműműködés során az elektromos fékezés generátorárama tölti. Az akkumulátor feladata elsősorban az ener-

A Hyundai ix35 FCEV története

2013 februárjának a végét írtuk, amikor a Hyundai dél-koreai Ulsan-i gyárórában, hogy pontosak legyünk, az 5-ös számú üzem gyártósoráról legördült az első tüzelőanyag-cellás autó. A Hyundai ix35-re épülő, C-szegmensbe tartozó SUV (ezt egyes piacokon Tucson néven forgalmazzák) felirata - ix35 FuelCell - árulkodik arról, hogy itt valami egészen új dologról van szó.

A Hyundai az első az autógyártók sorában, amelyek tüzelőcellás személygépkocsit sorozatgyártásba vitt. Ezzel az autógyártásban történelmet írt.

A Hyundai elnökhelyettese, EokJo Kim az ünnepségen elmondta, hogy az ix35 FCEV a legkörnyezetbarátabb gépjármű az autotechnika eddigi történelmében, a hidrogén tüzelőanyagú, tüzelőanyag-cellás villanyautó kilépett a kísérleti szakaszból, tovább már nem álom, napi használatra alkalmas, megvásárolható gépjármű lett.

A Hyundai tüzelőanyagcellakutató-fejlesztő központja a Szöulhoz közeli Mabuk városában van. A fejlesztés több száz mérnök 14 évi munkáját vette igénybe, és sok száz millió eurót igényelt. Az autóval a tesztek során közel 4 millió kilométer tettek meg valós körülmények között a világ különböző pontjain, főleg Európában, Koreában és az USA-ban.

A sajtó és a nagyközönség az autót először a 2013-as genfi autósalonon láthatta.

A hidrogén tüzelőanyagú gépjárművek elterjedésének kedvez a 2009-ben, az Európai Uniónak a G8-akkal kötött megállapodása, melyben az EU vállalta, hogy 2050-re a „szén-emissziót” (szén alapú motorhajtó anyagok felhasználását) 80%-kal mérsékli. Az USA-ban pedig a kaliforniai „zéró emisszió” szabályozás teljesítéséhez kellene az FC-hajtású gépjárművek.

Az első 17 autóból 15 Dániába, Koppenhágába és 2 Svédországba, a Dániával szomszédos Skåne megyébe került, ahol kormányprogram van a „szénmentes”, zéró emissziójú gépjárművek forgalomba állítására, 2025-re tervezetten a járműpark nagyobb hányadának cseréjére. A 2013. februári tervek szerint a Hyundai 2015-re 1000 FC járművet fog gyártani, és azok az európai piacra kerülnek. Ennek magyarázata, hogy az EU hidrogénkút-hálózat kiépítését vállalja, a főbb európai útvonalakon kb. 400–500 km-enként telepítene hidrogéntöltő állomásokat.

Az ix35 FCEV a Hyundai's Blue Drive környezetkímélő gépjárművek csapatába tartozik, melynek tagjai a Sonata Hybrid, i20 Blue Drive és Blue On, valamint a Hyundai EV i10.

gia „puffer”, így normál üzemben töltöttsége 55–65% között van, az élettartam növelése végett. A túltöltés vagy mélykisütés károsítja az akkumulátort, ennek elkerülése miatt 20%-os töltöttségnél a biztonsági rendszer lekapcsolja az akkumulátort. Visszakapcsolása csak a Hyundai diagnosztikai rendszertesztterével (GDS/GDS-M) lehetséges.

DC konverter (feszültségváltó)

Az akkumulátor 180 V feszültségét kell a trakciós aszinkron villanymotor 400 V feszültségére átalakítani és viszont. A konverter folyadékűtésű, a hűtőközeg standard típus (zöld színű). Egy további konverter a nagyfeszültségű akkumulátor 180 V feszültségét konvertálja az autó 12 V-os fedélzeti feszültség szintjére, és tölti a 12 V-os akkumulátort.

Inverter (AC/DC váltó)

A tüzelőanyag-cella egyenfeszültségét alakítja át az aszinkron villanymotorhoz szükséges háromfázisú váltakozó feszültséggé, valamint a nagyfeszültségű akkumulátor DC-feszültségét a villanymotor hajtásának megfelelő áramneműre és a villanymotor rekuperáló üzemből származó feszültséget DC-feszültséggé.

Trakciós villanymotor (AC)

Maximális feszültség: 400 V (DC)
Névleges teljesítmény: 53 kW/300 V
Max. forgatónyomaték: 300 Nm /1000 min⁻¹

Maximális teljesítmény: 124 kW a „PowerAssistMode” üzemállapotban, áram az FC-től és a nagyfeszültségű akkumulátorból.

Hűtés: folyadékűtés, hűtőközeg-mennyiség kb. 8 liter, standard hűtőközeg (zöld színű).

Hajtómű

Egyfokozatú, bolygóműves, lassító hajtómű. (Nincs sebességváltó!)

Üzem mód-választás

Az automatikus nyomaték-váltóval szerelt hajtásoknál alkalmazott váltókar, az alábbi üzem mód-választási lehetőségekkel:

- P – parkolóállás („kézfék”),
- N – üresjárat,
- R – hátramenet,
- D – menet (Drive),
- E – fogyasztás optimalizált üzem,
- L – fokozott rekuperálás, pl. völgyemenetben, illetve fokozott motorfékhatás.

Hidrogénellátó rendszer

Hidrogéntankolás a betöltő csompon keresztül (SAE J2108). A töltőpisztolyt a pisztoly ravaszával kell rögzíteni. A töltés folyamata alatt a gépkocsi a kúttal infravörös adatátviteli (IrDA) kapcsolatban van, a nyomás- és hőmérséklet adatokat tudatja a töltőrendszerrel a minél gyorsabb töltés érdekében. Kommunikáció hiányában is lehet tankolni, de a biztonság okán a töltés lassabb és a maximális nyomás nem érhető el. A gépkocsi töltőcsomokfedél bezárása nélkül az autó nem indítható.

A gépkocsiban két hidrogéntartály van, a kisebbik (térfogat 40 liter) a hátsó ülésor alatt található, a nagyobbik (térfogat 104 liter) a csomagteremben, a rakodólap alatt ⑩. A tartály anyaga

alumínium, borítása szénszál-erősítésű műanyag. A kisebbik tartály 2000 töltési ciklusra, a nagyobbik 1500 töltési ciklusra hitelesített, ez kb. 600–750 ezer kilométer futásteljesítménynek felel meg. A tartályok töltésének számát a műszerfalon kijelzik. A tartályokból a hidrogénkinyerés 20 bar alsó tartálynyomáshatárig lehetséges. Ez alatti tartálynyomásnál az autó már nem indítható. Ha a tartályok teljesen kiürülnek és levegőt tartalmaznak, az újratöltés előtt a tartályokba nitrogéngázt kell tölteni, hogy a levegőt, a levegő oxigénjét teljesen kiszorítsa. Ha az autót hosszabb időre kivonják a forgalomból, célszerű a tartályokból a hidrogént teljesen kiereszteni.

Az üzemi maximális tartálynyomás 700 bar. A maximális töltetmennyiség 5,64 kg.

A tartályból a tüzelőanyag-cellahoz vezetett hidrogén nyomását két fokozatban csökkentik: 10 bar a töltőcsőben a nyomás, a cella előtti nyomás 1,15–1,45 bar értékű. A cellába a hidrogénbefűvés nyomása a gázpedál álláshelyzetétől, lenyomási sebességétől függ.

A gépkocsi hátsó részén van egy ütközésérzékelő, mely az autóba hátulról történő ráfutásos baleset-



⑩

nél a rendszert lekapcsolja és egy légszákot kiold. A gépkocsiban négy helyen van hidrogénérzékelő, egy az utastér plafonjában 11, a tartályok mellett, a tüzelőanyag-cellában és a motortérben. Ha a hidrogénkoncentráció átlépi a határértéket, a rendszer lekapcsolódik, a műszerfalán a H₂ feliratú jelzőlámpa világít.

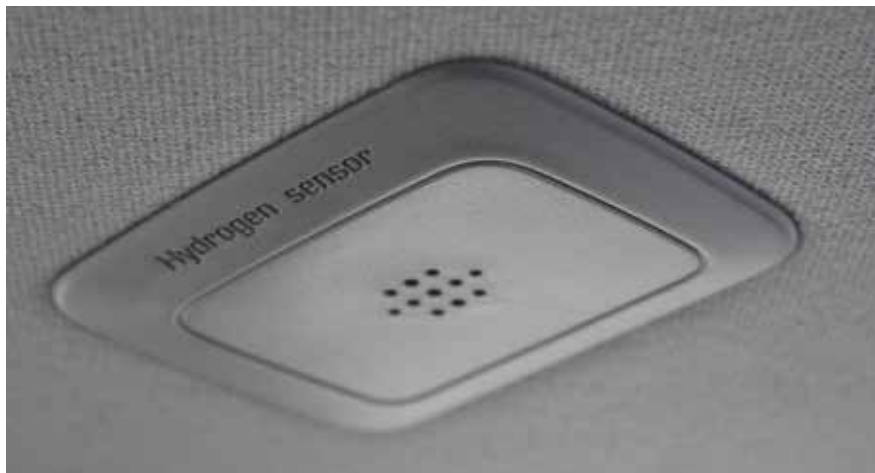
Klímarendszer

A légkondicionáló hagyományos, a kompresszort nagyfeszültségű AC villanymotor hajtja.

Az utastér fűtését a hőtermelő egységek (FC, villanymotor, akkumulátor) hulladék hője adja, és PTC fűtőellenállásokkal is melegítik a hűtőfolyadékot.

Műszerfali visszajelző lámpák

A műszerfali visszajelző lámpák a rendszer állapotáról tájékoztatnak. READY – menetkész állapot H₂ – hidrogénszivárgás, a hidrogénellátó rendszer lekapcsolódik, akkumulátorból nyert árammal az autó max. 1000 métert tud megtenni. Továbbá visszajelző lámpák mutatják az FC üzemenek a hibáját, a villamos főegységek túlmelegedését, valamint biztonsági okból a sebességkorlátozott üzemet. A rendszer pillanatnyi



11

töltés/fogyasztás állapotáról is a grafikus kijelzés tájékoztat 12.

Tüzelőanyag – hidrogénfogyasztás

NEDC menetciklus szerint mérve:

városi szakasz	0,8896 kg/100 km
elővárosi szakasz	0,9868 kg/100 km
kombinált	0,9512 kg/100 km

Néhány adat a gépkocsiról, mely természetesen minden olyan rendszerrel felszerelt, mint egy „normál” autó. A tüzelőanyag-cellás ix35-öt menettulajdonságaiban – teljesítményében, gyorsulásában – úgy alakították ki,

hogy az az ix35 benzines változatával legyen összemérhető.

Maximális megengedett járműtömeg: 2250 kg

Üzemkész gépjármű tömege: 1921 kg

Gyorsulás: 12,5 s / 0–100 km/h

Indíthatósági hőmérséklet: –25 °C

Elhaladási zaj: 70,5 dB(A)

A hidrogénkorszak a közutakon is megkezdődött, kiteljesedéséhez azonban talán néhány évtizedre még szükség van. A Hyundai érthető módon optimista, tudja, hogy a jövő sikere érdekében ma kell pénzt és munkát befektetni. A Hyundai tervei szerint 2015 év végéig 1000/FC erőforrású autót fog gyártani, és jelentősen csökkenteni fogja a gyártási költségeket, így kiemelt dílereinél, a világ számos országában már megvásárolható lesz az ix35 FCEV. A gyártási darabszámot 2015-től 10 ezer autóra növeli. ■

Ajánlott filmek

<http://www.youtube.com/watch?v=SR1KuSWtjml>

<http://www.youtube.com/watch?v=yvCj46RL2m0>

<http://www.youtube.com/watch?v=k-vWTCronLo8&feature=fvwp&NR=1>

<http://www.youtube.com/watch?v=rOwgEolo-gE>



12