

TUDNIVALÓK AZ ELEKTROMOS HAJTÁSRÓL

Az elektromos gépjárműhajtásnak hiába van akár több mint 100 éves múltja – igaz, ezt sokáig a feledés homálya fedte –, mégsem vagyunk járatosak, főleg a gépészek nem, ennek világában. Nem érzékeljük még a betárolható energia nagyságát, a fogyasztást, nem tudjuk, hogyan számítható a végsebesség, a hatótávolság. Gondot okoz a villanyautók műszaki adatainak értelmezése, értékelése, egybevetésük. Nem látjuk világosan (vagy sajnos sehogy sem) a fejlődés irányát, a jellemzők javításának lehetőségeit, korlátait. A kedves olvasó ugyan most sem fog ebből „kisegyetemet” kapni, de igyekszünk segíteni, az ábécé alapjait lerakni.

Ebben nagyszerű segítséget találtunk a Permanent Kft. (www.evpermanent.com) honlapján, a cég szíves engedélyével ebből emelünk ki részleteket. „Az elektromos autót építünk: álmódosítás-tervezés-megvalósítás” terjedelmes és nagyon szakszerű elemzésük elolvasását mindenkinek ajánljuk!

HATÓTÁV

A legjelentősebb korlátozó tényező az energiatárolás. A leginkább elterjedt és legolcsóbb savas ólomakkumulátorok 30 Wh energiát tudnak tárolni 1 kg-ban. A korszerűnek számító lítiumalapú akkumulátorok energiasűrűsége sem nagyobb 100–150 Wh/kg-nál, szemben a benzin 12 000 Wh/kg értékével. Ha egy

átlagos tanknyi tüzelőanyagban lévő energiát szeretnénk magunkkal vinni, akkor lítiumakkumulátorokból kb. 5 tonnányit, ólomakkumulátorból ennek legalább a háromszorosát kellene cipelnünk végig az út során. Valójában azért nem ennyire sötét a kép, mert az elektromos meghajtás hatásfoka lényegesen jobb, mint a benzin- vagy dízelmotorral szerelt járgányoké. Egy átlagos átépített

ELŐNYÖK:

1. Üzemanyagköltség

Figyelembe véve az akkumulátorok töltés-kisütés ciklusának, valamint az akkumulátortöltőnek a veszteségeit, 100 km megtételéhez mintegy 15–20 kWh villamos energiát kell felhasználnunk a hálózatról. Ha a normál tarifával számolunk, akkor ez mintegy 570–760 Ft költséget jelent. Ez jelenlegi árakon 2–2,5 liter benzin árának felel meg. Ha lehetőségünk van kapcsolt (ügynevezett éjszakai) árammal végezni a töltést, még kedvezőbb a helyzet. A kapcsolt áram ára ugyanis csak 60–65%-a (kb. 22 Ft/

kWh) a bármikor rendelkezésre álló áraménak, így a tankolás 1–1,5 liter benzin árából oldható meg 100 km-re. Ebben az esetben még külön öröm, hogy nagy valószínűséggel megújuló energiaforrásból előállított áramot használtunk. A megújuló energiaforrások használatának elterjedését leginkább akadályozó tényező, hogy az áramszolgáltatók nem tudnak mit kezdeni a fogyasztási völgy-időszakokban termelődő szél- és napenergiából előállított árammal. Ezen a gondon segíthet az áramszolgáltató által vezérelt fogyasztók használata, amivel mi is hozzájárulhatunk a környezet megóvásához.

2. Karbantartási költségek

Maga az elektromos motor lényegesen egyszerűbb, kevesebb alkatrészt tartalmaz, mint a benzin- vagy dízelmotor. Üzemi hőmérséklete is jóval kisebb azokénál. Karbantartási igénye lényegesen kisebb, javítása egyszerűbb. Szénkefés DC-motor használatánál csak a szénkefék időnkénti (50–100 ezer km-enkénti) cseréjével kell számolni.

Elektromos gépkocsiknál a legnagyobb tehertétel az akkumulátorok véges élettartama miatt jelentkező csere költség. Az ólomakkumulátoroknál 5–600 töltési ciklus után csökken a kapacitás

gépkocsi fogyasztása 10–15 000 Wh/100 km, vagyis benzinre vetítve 1–1,5 literes fogyasztást kapunk. A savas akkumulátorokkal egy töltéssel elérhető hatótávolság 100 km körüli lehet, amihez 300–400 kg akkumulátort kell beépíteni. Lítiumakkumulátorból egy hasonló méretű akkumulátorpakk 350–400 km-es hatótávolságot tesz lehetővé, ami már az igények jelentős részét kielégíti.

TELJESÍTMÉNY

A beépítésre kerülő motor teljesítményét illetően első látásra úgy tűnhet, nincs korlátozó tényező. A motorválasztékot illetően ez valóban így is van. A korlátozást ismételten az akkumulátor jelenti. Az akkumulátorban tárolt energiát ugyanis nem vehetjük ki tetszőleges sebességgel. A gépkocsimeghajtó savas ólomakkumulátorok kapacitását általában 10 óra alatti kisütésre (0.1C) adják meg. Ha az energiát 1 óra alatt akarnánk kivenni (1C), akkor már csak a 0.1C-re megadott kapacitás 60%-a áll

rendelkezésünkre. Általános méretezési szabályként elmondható, hogy a névleges motorteljesítmény kétszeresére kell választani az akkumulátorkapacitást. Egy 4 kW-os motorhoz 8 kWh-nyi akkumulátorkapacitás az ideális. Jellemzően az elektromos motorok rövid ideig (1–2 perc) névleges teljesítményük 2–2,5-szeresét is le tudják adni, ami a gyorsítások szempontjából igen lényeges. Ekkor természetesen az áramfelvételük is megnő. Az említett akkumulátorkapacitást meghatározó méretezési szabálytól lefelé történő jelentős eltérés megakadályozhatja ennek a nagyobb teljesítménynek az elérését. Ezért a minimum érték nem lehet kevesebb, mint a névleges motorteljesítmény, vagyis egy 4 kW-os motorhoz minimum 4 kWh-nyi akkumulátorkapacitást kell választanunk. A lítiumakkumulátorok ebből a szempontból is sokkal kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkeznek: folyamatosan 3C-vel kisüthetők, rövid időre akár 10C-vel is terhelhetők. Így a minimum korlát is lényegesen alacsonyabb lehet. Például egy 30 kW-os motorhoz (ami rö-

vid ideig 60–70 kW teljesítmény leadására is képes) elegendő 10 kWh-nyi lítiumakkumulátor-kapacitást beépíteni.

TÖLTÉS

A nagy távolságokra történő használatot leginkább a töltés időszükséglete korlátozza. A teljesen lemerült ólomakkumulátorok feltöltéséhez 10 óra szükséges. A lítiumakkumulátor esetében 3 óra 20 perc is elegendő. A fenti korlátok figyelembevételével tehát először azt kell eldöntenünk, milyen követelményeket támasztunk elektromos autónkkal szemben.

A választék a 3÷4 kW-os motorral szerelt, 50 km/h végsebesség körüli, 50÷60 km hatótávolságú városi moped autótól az 50–60 kW-os motorú, 150–200 km/h végsebességű, 3–400 km hatótávú, szinte kompromisszummentes aszfaltszagatógigáig terjed.

TERVEZÉS

Tapasztalati tények alapján sík úton az alábbi végsebességek elérésére lehet számítani:

4 kW – 50–60 km/h
7,5 kW – 70–80 km/h
11 kW – 90–110 km/h
21 kW – 120–140 km/h

Megtévesztő lehet a viszonylag kis végsebesség. Mivel az alkalmazott motorok rövid ideig névleges teljesítményük 2–3-szorosát is le tudják adni, gyorsításkor a vártnál élénkebben mozognak.

A 4 kW-os motort elsősorban az L6e kategóriájú moped-autókba, esetleg a kultikus autókba célszerű beépíteni. A 7,5 kW-os motor a kultikus autók számára ideális. A kis sportkocsikba viszont már legalább 11 kW-os motort illik telepíteni.

80% alá. Ez 100 km-es hatótávra méretezett akkumulátorok esetén 50÷60 ezer km-enkénti akkumulátorcserét tesz szükségessé. 2006-ban jelentek meg a legújabb fejlesztésű LiFePO₄ akkumulátorok, amelyek több mint 2000 töltési ciklust tudnak teljesíteni, így a csereperiódus 200 ekm feletti.

3. Környezetvédelem

Az elektromos autó károsanyag-kibocsátása nulla. Energiát azonban használnál, amit elő kell állítani. Vajon ez több vagy kevesebb, mint amit egy benzines jármű igényelne? Az elektromos motor hatásfoka széles tartományban 80%

körüli. Az akkumulátorok töltéskisütési ciklusa hozzávetőlegesen 75%-os. Az eredő hatásfok tehát 60% körüli, szemben a benzinmotorok 15–20% körüli hatásfokával. Ráadásul ezt az energiát megújuló forrásokból is elő lehet állítani. Ha mégis fosszilis tüzelőanyagokból állítanánk elő ezt az energiát, akkor is kevésbé károsítjuk a környezetünket. A szén- és gázerőművek hatásfoka 30% körüli, a termelt 70%-nyi hőenergiát is legtöbbször hasznosítani lehet, nem beszélve arról, hogy a károsanyag-kibocsátás nem a zsúfolt városban, a babakocsik szintjén történik.

A MOTOR TÍPUSA	AZ AKKUMULÁTORCSOMAG	VÉGSEBESSÉG	HATÓTÁV	BEÉPÍTENDŐ TÖMEG
4 kW/48 V	4 db 12 V/150 Ah Pb	50-60 km/h	40 km	224 kg
4 kW/48 V	8 db 12 V/120 Ah Pb	50-60 km/h	64 km	310 kg
7,5 kW/72 V	6 db 12 V/150 Ah Pb	70-80 km/h	60 km	310 kg
7,5 kW/108 V	9 db 12 V/120 Ah Pb	70-80 km/h	72 km	360 kg
11 kW/144 V	12 db 12 V/120 Ah Pb	90-110 km/h	96 km	455 kg
11 kW/144 V	48 db 3,2 V/90 Ah LiFePO4	100-120 km/h	96 km	224 kg
11 kW/144 V	48 db 3,2 V/160 Ah LiFePO4	100-120 km/h	170 km	349 kg

1. táblázat

AKKUMULÁTORCSOMAG

Az akkumulátor az elektromos autók leggyengébb láncszeme. Itt kell tennünk a legnagyobb kompromisszumokat és ez a legdrágább, ráadásul a leghamarabb elhasználódó alkatrész.

Méretének meghatározásához az elvárt hatótávból kell kiindulnunk. Egy elektromos autó fogyasztása vezetési stílustól, útviszonyoktól függően 100 Wh/km – 200 Wh/km között alakul. A 100 Wh/km-es értékkel általában az elektromos gépkocsik gyártói-forgalmazói számolnak, hogy kedvezőbb színben tüntessék fel a hatótávolság-adataikat.

Ha gyakorlati értékekkel akarunk dolgozni, akkor a 150 Wh/km jó közelítésnek tűnik. Nézzük meg, hogy mennyi energiát tudunk magunkkal vinni! Egy 12 V/150 Ah akkumulátorban névleg $12 \times 150 = 1800$ Wh-nyi energia található. Ezt azonban nem célszerű az utolsó cseppig elhasználni, mert az erőteljesen csökkenti az akkumulátor várható élettartamát. Szintén jó gyakorlati közelítés, ha a ténylegesen felhasználható energia mennyiségét 1500 Wh-nak vesszük, vagyis 12 V-os akkumulátornál Ah-ként 10 Wh energiával kalkulálhatunk.

A fenti számokból következik, hogy egy 12 V/150 Ah akkumulátorban tárolt ener-

gia biztonsággal elegendő egy 10 km-es út megtételére.

Nézzünk egy gyakorlati példát: van egy 7,5 kW-os, 72 V-os motorral szerelt gépkocsink, 6 db 12 V/150 Ah savzselés ólomakkumulátorral. Az ebben tárolt energia mennyisége 9 kWh. A becsült biztonsággal megtehető hatótávolság 60 km (9000/150). Ha az akkumulátorok viszonylag újak, jó kondícióban vannak, kíméletesen vezetünk és még az idő is elég meleg (hidegben ugyanis jelentősen lecsökken az ólomakkumulátorok teljesítménye), nem elképzelhetetlen, hogy akár 100 km-t is megtehetünk egy töltéssel.

A LiFePO₄ akkumulátorok esetében a kisebb tömeg mellett a jobb dinamikus viselkedés, kisebb hőmérsékletfüggés és a négyszeres élettartam jelent nem elhanyagolható előnyt. A savzselés akkumulátorokhoz hasonló számítást végigvezetve, egy 3,2 V/90 Ah lítiumakkumulátorban tárolt energia 2 km-nyi út megtételéhez elegendő biztonsággal.

VARIÁCIÓK

Nézzünk meg táblázatos formában néhány lehetséges összeállítást (1. táblázat).

A lítiumakkumulátorok esetében látható, hogy a várható végsebesség is vala-

melyest megnövekedett. Ez két dolognak tudható be: a kisebb tömeg és a nagyobb (48x3,2 V = 153,6 V) névleges feszültség. A feszültség növelése az egyik leg-egyszerűbb módja az elektromos autók „tuning”-jának.

ÓLOM VAGY LÍTIUM, EZ ITT A KÉRDÉS?

Ha a hosszú távú költségeket nézzük, nincs különbség: a lítiumakkumulátorok ötszörös árukat, ötszörös élettartammal hálálják meg. Egyéb rendkívül előnyös tulajdonságaik, ha hosszabb távra és nagyobb futásteljesítményre tervezünk, verhetetlenek: harmad akkora súly, gyors energialeadás, gyors tölthetőség, hidegtűrés.

Melyek az ólomakkumulátor előnyei? Pusztán az ár maradt. Ha jelenlegi költségvetésünk nem engedi, hogy lítiumakkumulátorokba komoly összeget fektessünk, vagy nem napi használatra készítjük az átépítést, akkor marad az ólomakkumulátor. Napi használat esetén kb. 2 év múlva, vasárnapi autó esetén 5-6 év múlva kell feltennünk magunknak újra a kérdést: milyen akkumulátort válasszak? A technika folyamatosan fejlődik, ma még nem tudjuk, hogy a jövőben erre a kérdésre milyen választ fogunk tudni adni. ■