

## Elektromos gépjárművek akkumulátorai

A modern, tisztán elektromos meghajtású autókban a közlekedéshez szükséges energiát szinte kivétel nélkül kb. 3,7 V feszültségű Li-ion cellákból összeállított modulok biztosítják (egy tipikus modul 96 sorba kötött cellából áll). Jelenleg ez a technológia képes leginkább megfelelni a különböző követelményeknek. Ezek közül kiemelkedik a nagy energiasűrűség, ami ahhoz szükséges, hogy észszerű súly mellett megfelelő hatótávolsággal rendelkezzenek a járművek. A Li-ion modulok ún. fajlagos energiája rendszerint 130 Wh/kg körül van, így a beépített, tipikusan 30–90 kWh kapacitású akkumulátorcsomagok súlya tekintélyes. Ezek már 200–500 km hatótávolságot tesznek lehetővé egy teljes töltéssel. A legmodernebb autók hatékonysága 150 Wh/km körül van. Természetesen a körülmények és a vezetési stílus rengeteget számítanak, a nagy sebesség vagy ismételt gyorsítás/fékezés az elektromos autóknál is nagyobb energiafogyasztást eredményez. Lényeges, hogy az akkumulátorok hirtelen nagy teljesítmény leadására legyenek képesek, azaz kis belső ellenállásúak legyenek. Értelemszerűen nagy jelentősége van az akkumulátorok hasznos élettartamának is. Az akkumulátorok hasznos kapacitása mind a használati idővel, mind pedig a feltöltés-lemerítés ciklusok számával fokozatosan csökken, ami a gépkocsi hatótávolságának csökkenését eredményezi. Ez azonban nagyban függ a használat módjától, mivel egy teljes feltöltés-lemerítés ciklus sokkal jobban igénybe veszi a cellákat, mint például egy félig lemerített állapotból 90%-os töltöttségig terjedő ciklus. Ezért a gyártók nem is engedik a „teljes kapacitást” kihasználni (azaz teljesen feltölteni, illetve lemeríteni az akkumulátorokat), ami lehetővé teszi, hogy tipikusan 8 év vagy 160 000 km garanciát adjanak az akkumulátorokra.

- a) *Mit értünk egy akkumulátor elektromotoros erején, belső ellenállásán, illetve kapocsfeszültségén?*
- b) *Mit nevezünk rövidzárási áramnak? Hogyan függ az akkumulátor paramétereitől?*
- c) *Mit jelent egy kicsiny tölthető elem (akkumulátor) oldalán a 2500 mAh felirat?*
- d) *Magyarázza el, hogy miért lényeges, hogy kicsi legyen az akkumulátor belső ellenállása!*
- e) *Magyarázza el, hogy miért lehet egy teljesen feltöltött elektromos autóval lényegesen rövidebb távolságot megtenni állandó 130 km/h sebességgel, mint állandó 90 km/h sebességgel!*
- f) *Körülbelül mekkora egy akkumulátormodul feszültsége, ha 96 cella van benne sorba kapcsolva?*
- g) *Számítsa ki, hogy körülbelül mekkora távolságot tehet meg egy elektromos autó 1000 teljes feltöltés-lemerítés ciklus alatt, ha egy általánosnak tekinthető 50 kWh kapacitású akkumulátorcsomag van benne!*

(2024. május)

## Megoldás: (18 pont)

- a) Az akkumulátor elektromotoros erejének, belső ellenállásának és kapcsolófeszültségének értelmezése:

1+1+1 pont

- b) A rövidzárási áram értelmezése és képlete:

2 pont

A rövidzárási áram értelmezése (1 pont),  $I_r = \frac{U_0}{R_s}$  képlet (1 pont).

- c) A tölthető elem feliratának értelmezése:

3 pont

Az elem tárolókapacitását jellemzi (1 pont), pl. 250 mA áramot körülbelül 10 órán át (1+1 pont) képes szolgáltatni a teljesen feltöltött elem. (Bármilyen megfelelő számpár elfogadható, amelynek szorzata körülbelül kiadja az elem kapacitását.)

Az is teljes értékű megoldásként fogadható el, hogy a felirat a tölthető elemből maximálisan kivehető töltést adja meg:  $2500 \text{ mAh} = (2,5 \text{ A}) \cdot (3600 \text{ s}) = 9000 \text{ C}$ .

- d) A kis belső ellenállás szükségességének magyarázata:

3 pont

Mivel időnként nagy teljesítmény (1 pont) leadása szükséges, amihez nagy áramerősség (1 pont) tartozik még nagy kapcsolófeszültség mellett is. Ha a belső ellenállás nagy, lecsökken az áram és a kapcsolófeszültség is, vagyis kicsi lesz a leadott teljesítmény (1 pont).

(Ha a vizsgázó a nagy belső ellenállás következményeként a telep nagy veszteségére hivatkozik, az 1 pont jár.)

- e) A nagy sebesség miatti fogyasztásnövekedés magyarázata:

3 pont

Nagyobb sebességnél sokkal nagyobb a légellenállás (1 pont) amit a motornak le kell küzdenie, tehát adott távolságon nagyobb a motor munkavégzése (1 pont), így kisebb távolságon felhasználja (1 pont) az akkumulátorban tárolt energiát.

- f) A modul feszültségének megbecslése:

2 pont

$$96 \cdot 3,7 = 355 \text{ V}$$

- g) A megtehető távolság megbecslése:

2 pont

A szövegben megadott adatokból (kapacitás, illetve az egy töltéssel megtehető távolság intervallumainak összetartozó értékei), az 50 kWh kapacitású akkumulátorral az autó 300 kilométert (1 pont) tud megtenni.

Az eredmény megkapható a szövegben megadott legmodernebb autókra vonatkozó hatékonysági mutatóból (150 Wh/km) is:

$$\frac{50 \text{ kWh}}{150 \text{ Wh/km}} = \frac{50000 \text{ Wh}}{150 \text{ Wh/km}} = \frac{1000}{3} \text{ km} = 333 \text{ km}$$

Így 1000 töltéssel a számítás módjától függően 300 000 km, illetve 333 000 km út adódik (1 pont).