

Tévhitek az elektromos autók akkumulátorairól.

Internetes fórum-böngészéseim során minduntalan ugyanaz a három makacs tévhit bukkan fel a félművelt, „józan paraszti ésszel” gondolkodó polgártársaim írásaiban:

- Az elektromos autók akkumulátora nagy hidegben megfagy, és utána ki kell dobni!
- Az akkumulátorok max. két évet bírnak ki; utána többbe kerülnek, mint új egy autó!
- Az akkumulátorok súlyosan mérgezőek, és nem lehet/tudjuk őket újrahasznosítani!

Ahhoz, hogy megértsük, miért tévesek ezek az állítások, először is alaposabban meg kell ismerni ezeket az akkumulátorokat, mint ahogy azt egy átlagos ember általában ismeri.

Az akkumulátoroknak (és elemeknek) csaknem száz típusa van, így már azzal unalmas és hosszú lenne az írás, ha mind felsorolnám, így csak a legfontosabb típusokról írnék egy-egy mondatot:

- Lúgos akkumulátorok: főleg vasúti kocsikban ill. nagyobb készenléti akkutelepekben használt, mert a savas akkumulátoroknál hosszabb élettartamúak, drágábbak és kevésbé érzékenyek a hibás töltésre.
- Folyékony savas akkumulátorok: ez a leggyakoribb akkutípus, az összes hagyományos benzin/dízel gépjárműben ez tárolja az autó működéséhez nélkülözhetetlen 6/12/24V-os feszültséget. Hátránya, hogy az ólom (Pb) súlyosan környezet-szennyező (vízbe jutva agykárosító hatású), ill. a kénsav is veszélyes égési sérülést okozhat, ha bőrre jut.
- Zselés savas akkumulátorok: ez a fenti akkutípus gondozás-mentes verziója, főleg UPS-ek (szünetmentes tápok), riasztók, szigetüzemű napelemek és egyéb készenléti üzemű eszközök biztonsági akkumulátora. Szintén súlyosan mérgező az ólom miatt.
- NiCd ill. NiMH akkuk: Akkus kéziszerszámokban, ill. vezeték nélküli háztartási eszközökben (pl. borotva) használták, de mostanában visszaszorulóban van, mert a Li-akkuk jobb paraméterekkel rendelkeznek. A NiCd akkukban a kadmium (Cd) nagyon mérgező volt, ill. hajlamos volt a memória-effektusra is, így mára már szinte megszűnt.
- Lítium-akkumulátorok: Nos, ez az, amit hajlamos mindenki egy kalap alá venni, mert egy néven fut egy hatalmas nagy akkucs család. A Li-akkuk előnye a kis súly és a nagy kapacitás, ami ideálissá teszi bármilyen mobil alkalmazását. Hátránya a veszélyessége, amely főleg a lítium (Li) nagy gyúlékonyságának és a vízzel történő nagyon heves, már robbanékonyaságot súroló kémiai reakciója miatt van, így nehezen is oltható el.

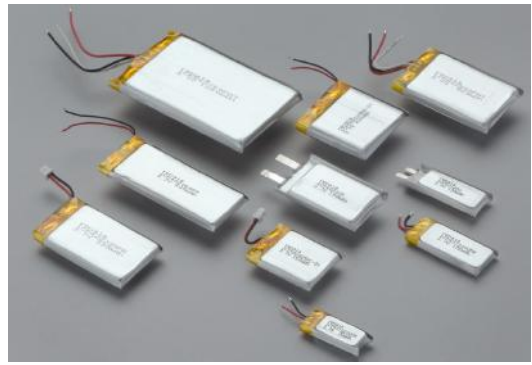
Az első tévhit a lítium akkumulátorokkal kapcsolatban, hogy mind ugyanaz. Nos, ez bizony nagyon nem így van. A lítium akkumulátoroknak két nagy csoportja van, a drágább és jobb lítium-ion, és az olcsóbb lítium-polimer. De erre majd még később visszatérünk, mert nagyon fontos.

Kinézetre pedig négyféle típusa van:

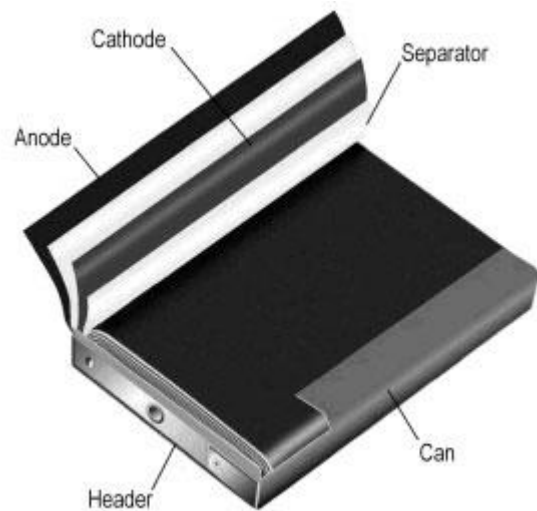
- Gomb cella (Button Cell): főleg kisméretű készülékek cserélhető akkujaként terjedt el. Vigyázni kell velük, mert pontosan ugyanilyen tokozásban léteznek nem tölthető primer elemek is, és ha azokat megpróbáljuk tölteni, akkor bizony nagyot pukkannak.



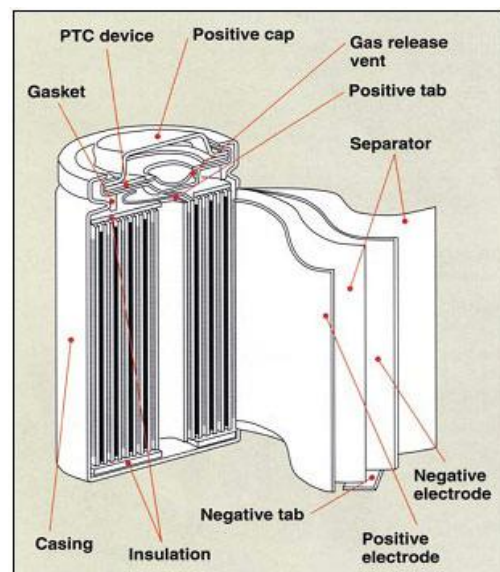
- „Zacskós” cella (Pouch Cell): főleg beépített kivitelben használják, ill. a mobilokban is ez az elterjedtebb, mivel ez a legkönnyebb és legkisebb kivitel, hiszen nincs is tokozása. Ebből adódóan a legkisebb hibára a zacskó „felfúvódik”; és ez még a jobbik eset: nem robbant fel rögtön...



- Téglatest cella (Prismatic Cell) Bár sokan úgy gondolják, hogy az lenne a logikus, ha az autók akkumulátora téglatest alakú lenne, mert akkor több férne be ugyanakkora helyre, el kell hogy keserítsem őket: rossz a logikájuk! Az egyik probléma a zacskós elemhez hasonlóan a kellően szilárd tokozás hiánya, a másik pedig az egyenlőtlen melegedés; hisz a sarkokon jobban tud hűlni, mint a közepén. Ráadásul hiba esetén ez is kidagad, még ha nem is olyan mértékben, mint a zacskós kivitel, így szorosan egymás mellé rakva az egész akkupakk láncreakció-szerűen végig tönkremenne, ahogy sorba mindegyik megdagadva tönkre tenné a szomszédját is. (A Li-akkukban ugyanis egy vékony szeparátor fólia van, amely nyomás hatására megsérül és az akku felrobban; a Samsung csúcstelefonjainak, a Galaxy Note 7-esnek a kigyulladásait ezen fólia túlzott mechanikai igénybevétele okozta.)



- Hengeres cella (Cylindrical Cell): Ez a típus egyeduralgódó az elektromos autóknál, mely népszerűsége a gyors gyárthatóságának (csak fel kell tekercselni az akkumulátort alkotó négy fóliát, és bele kell helyezni egy fémhüvelybe), és az igen nagy biztonságának köszönheti: a fémhüvely ugyanis tömören záródó valódi „gáztartályként” működik, amely túlnyomás esetén megemeli a kupakot, és az ott elhelyezett biztonsági szál vagy csatlakozás megszakad, így az akkumulátor „kikapcsol”, és megvédi magát (és a környező cellákat is) a további károsodástól. Számtalan méretben gyártják; a típusszámuk általában az átmérőből és a hossz méretből áll össze. A két leglényegesebb méret a 18650, amely 18 mm átmérőjű, és 65 mm hosszú, ill. az „új” méret, a 2170-es, amely 21 mm átmérőjű és 70 mm hosszú – ez a Tesla Motors által kifejlesztett, és a Model 3-ban debütáló új méret!





Akinek már most szédül a feje, annak rossz hírem van: még csak most jön az igazi fekete leves! Eddig ugyanis olyan dolgokról beszéltünk, ami szemmel is látható; a továbbiakban arról lesz szó, amit még Superman sem lát a röntgen szemével: a kémiai összetételről!

Ahogy már az írás elején jeleztem, alapvetően kétféle csoportja van a lítium akkuknak: a lítium-ion és a lítium polimer. Ez utóbbiban egy nagy vezetőképességű gél alkotja az anód és a katód közötti „elektrolitot”, már amennyiben beszélhetünk elektrolitról egy olyan szerkezet esetén, ahol „szilárd polimer elektróda” van polietilén-oxid, poliakril-nitril vagy polivinilidén-fluorid formájában. De mielőtt itt mindenki abbahagyná az olvasást, leegyszerűsíttem: egy igen vékony műanyag fóliát képzeljenek el az elektródák között, szemben pl. az autók savas akkumulátorában locsogó tömény kénsav helyett.

Aki túlélte ezt a kis kémiai kalandot, ne lélegezzen fel, mert folytatom: a kémiai összetétel szempontjából megkülönböztetünk négy fő (és vagy két tucat egyéb) kategóriát:

- Lítium-kobalt-oxid, LiCoO_2 : Ez a legnagyobb energiasűrűségű lítium akkumulátor anyag-összetétele. Sajnálatos módon az élettartama elég rövidke, 300 ciklus körüli; de ami ennél még nagyobb baj, hogy az áramterhelhetősége is csekély, továbbá a kobalt korlátozott mennyisége miatt nehezen is lenne gyártható őrült nagy darabszámban, így főleg mobil-telefonokban és laptopokban használják. Tipikus cella-feszültsége 3,7V, ritkábban 3,8V, átlagos 18650 méretű kapacitása 2400 mAh.
- Lítium-mangán-oxid, LiMn_2O_4 : Ez a kémiai összetétel speciális térbeli szerkezettel párosulva bár jóval gyengébb kapacitást tud, mint a fenti, de 50x-es áramot is le tud adni, így főleg nagy teljesítményű kéziszerszámokban, ill. a korai elektromos autókban terjedt el. Cellafeszültsége 4,0V, átlagos 18650 méretű kapacitása 1.100-1.500 mAh. Ennek ellenére akár 20-30 Amperes áramot ki lehet venni egy 18650 méretű cellából!
- Lítium-nikkel-mangán-kobalt-oxid, LiNiMnCoO_2 : Az előző kettő kémiai összetétel „keverékeként” tudásban, képességben is közös vonásokat mutat: egyszerre adja a több vegyértékű kobalt miatt a nagy kapacitást, és a mangán miatt a nagy, bár az előzőhöz mérten moderáltabb áramot; a nikkel pedig a drága ötvözők arányát és árát csökkenti, ill. a gyárthatóságot növeli. Ezen kémiai összetételen belül is lehet játszani az egyes alkotók arányával, így az 1-1-1 összetétel épp úgy használható, mint az olcsóbb 5-2-3 (Ni/Mn/Co) arány. Cellafeszültsége 3,6V, átlagos 18650 méretű kapacitása 2.000-2.800 mAh; kisütési árama ezzel fordítottan arányos: míg a 2.000 mAh-s akkut akár 20 Amperrel is lehet terhelni, addig a 2.800 mAh kapacitású már „csak” 4-5 Amperrel terhelhető.

- Lítium-vas-foszfát, LiFePO_4 : Bár kapacitásban jócskán elmarad három társától, több nagyon jó tulajdonsága is van: egyrészt messze ez a legtöbbször tölthető, akár 2.000 teljes töltési-kisütési ciklust is kibír, szemben pl. a LiCoO_2 akkuk 300 ciklusával. Az is előny, hogy a 4 sorba kötött cella kapcsolófeszültsége 12,8V, ami pontosan megegyezik a savas/zselés ólomakkumulátorokéval, így 1:1-ben berakható egy normál, 6 cellás ólomakkumulátor helyére; annál megbízhatóbb is. Hátránya, hogy a vastartalalom miatt nehéz, így inkább szeretik fixen telepítve használni. Cellafeszültsége 3,2V (néha 3,3V), 18650 kivitelben szinte nem is gyártják, csak speciális ipari tokozásokban.



Végezetül szóljunk pár szót magáról a lítiumról (Li) is, hátha valaki nem figyelt volna az általános iskolai kémia órán. A lítium a legkönnyebb (alkáli) fém, rendszáma 3. Alkáli volta miatt rendkívül reakcióképes, gyúlékony, akárcsak a testvér-eleme, a nátrium. Hasonlít hozzá azzal is, hogy szintén nagyon gyakori elem, sói formájában mindenütt ott van, pl. a tenger vize is rengeteg lítium-sót tartalmaz, ahogy nátrium-kloridot, azaz konyhasót is. A magyar Wikipédia szó szerint ezt írja róla: „A lítium nyomokban minden élőlényben megtalálható. Az elemnek nincs szerepe semmilyen láthatóan létfontosságú biológiai folyamatban, mivel az állatok és a növények lítium-mentes környezetben is egészségesek maradnak. ... A lítium-ion (Li^+) különféle sói formájában adagolva hasznos hangulatstabilizálónak bizonyult a bipoláris zavarban szenvedők kezelésekor.” Szóval most sok emberben fogok hatalmas nagy csalódást okozni, de a lítium nem hogy nem mérgező, hanem még gyógyszer is...

Ennyi bevezető után térjünk vissza a három legfontosabb tévhitünkre:

„Az elektromos autók akkumulátora nagy hidegben megfagy, és utána ki kell dobni!”

Téves! A lítium akkumulátorok döntő részében nincsen elektrolit; az elektromos autókban használtakban meg pláne nincsen; helyette egy ion-membrán fólia van, amely a szakirodalmi adatok szerint -46°C -ot is túlél; sőt az anyagösszetétel egész kis megváltoztatásával akár a -60°C -os üzem is gond nélkül megoldható – még egyszer leírom: nem a túlélés, hanem az üzem! Annyiban igaza van a tévhitet hangoztatóknak, hogy pl. egy lítium-polimer akkus, LiCoO_2 összetételű mobiltelefon-akkumulátort valóban meg lehet „ölni” egy sima mélyhűtős fagyasztással; az az összetétel már 0°C környékén „megfagy”, azaz üzemképtelenné válik a nagy mértékben megnövekedett belső ellenállása miatt. Valódi megfagyásról, szétgyúlásról, szétfagyásról nem beszélhetünk, azaz felmelegedés után az akkumulátor üzemképes marad.

Elektromos autóknál azonban van még egy jelenség, amiről nem árt tudni: -30°C körül a lítium akkumulátorokban egy passzíválódási folyamat miatt a töltés nagyon lelassul, így több elektromos autó elektronikája is letilthat, mert az akkumulátorok nem veszik fel a töltést kellő intenzitással. De áramot leadni még ekkor is tudnak csökkent szinten, így az elektromos autó a saját kerekein be tud gurulni egy temperált (azaz akár csak -20°C fokos) garázsba, ahol már fel lehet tölteni, ill. a használat során keletkező veszteségi hő már elég ahhoz, hogy az akkuk elérjék a töltéshez szükséges -20°C -os induló hőfokot. A töltés pedig aztán pláne sok hőt termel, így az akkumulátor rövidesen eléri a töltési üzemi hőmérsékletét. Ezért sem építik már be sok autótípusba az akkumulátor-fűtő egységet.

„Az akkumulátorok max. két évet bírnak ki; utána többre kerülnek, mint új egy autó!”

Téves! Ahogy már a figyelmes olvasók is sejthetik, ez sem igaz, hiszen az almát és a körtét próbálják összehasonlítani, amikor a másfél-két évente kidobandó mobiltelefon akkumulátort hasonlítják össze a minimum 8-10-12 éves élettartamra méretezett kémiai összetételű elektromos autó akkumulátorral. De hogy precízen fogalmazzam meg: míg a mobiltelefonok 300 ciklusra képes, „zacskós” tokozású lítium-kobalt-oxid (LiCoO₂) összetételű lítium-polimer akkumulátort tartalmaznak, és naponta szinte teljesen le vannak merítve és újra fel vannak töltve, addig a mai elektromos autók 1.000-1.500 ciklusra képes, hengeres lítium-ion akkumulátort tartalmaznak lítium-nikkel-mangán-kobalt-oxid (LiNiMnCoO₂), összetétellel, melyek ritkán vannak még a 20-30%-os szint alá lemerítve, nem hogy 3-5%-ig. A Tesla Motors több 60 kWh-s modellje pl. valójában 75 kWh-s akkumulátor-csomagot tartalmaz, csak szoftveresen 60 kWh-nak van „hazudva”, mert így az akkumulátort nem is lehet 20%-nál jobban lemeríteni. És mivel a megadott 1.000 ciklus teljes kisütésre-feltöltésre vonatkozik, a részleges kisütés sem számít egész ciklusnak.

Az árak jelenleg úgy néznek ki, hogy egy teljes akkumulátor-csomag cseréje kb. 1,5 – 2,5 Mft, ami messze nem azonos az autók újkori, 12 – 15 Mft-os árával. Ráadásul ha kiépül a cella-szintű akkucserék rendszere, és nem kell az egész akkumulátor-tokozást, hűtést, BMS-t (Battery Management System) cserélni, akkor a cellaszintű csere már 600 – 800 eFt-ból kijön. Ezért is több cég nem eladja, hanem csak bérbe adja az akkumulátorokat, mert így jóval alacsonyabb áron tudja a pénzügyi szempontból a tulajdonában álló akkumulátort felújítani.

„Az akkumulátorok súlyosan mérgezőek, és nem lehet/tudjuk őket újrahasznosítani!”

Valóban súlyosan mérgező a savas és zselés ólomakkumulátor, a NiCd akkumulátor, ill. a primer elemek jelentős része, amelyek még higanyt és kadmiumot tartalmaztak. A kis méretű higany-oxid gombelemek pl. konkrétan súlyos mérgezést okoznak, ha azt kisgyerek vagy állat lenyeli, és a gyomrában a gyomorsavtól szétmaróva a higany kiszabadul a bélrendszerben. De maga a lítium, a sokak által a Sátán mérgének kikiáltott anyag nem tekinthető különösen veszélyesnek – és mivel jelenleg még „olcsón” beszerezhető primer formában (pl. a háztartási só lepárlásának egyik felesleges mellékterméke), ezért jelenleg nincs bevett gyakorlat az akkuk újrahasznosítására. És ne feledjük: amikor „bio” tengeri sót szórunk a vasárnapi sültre, abban bizony lítium-sóval is meghintjük azt!

Amúgy az elektromos autók akkumulátorait a mobiltelefonok akkumulátoraival szemben nem is szükséges teljesen újrahasznosítani: ha ugyanis 8-10-12 év alatt az akkucsomag kapacitása annyira lecsökken, hogy az elérhető hatótáv már kevés, akkor az akkukat majd fel lehet használni fixen telepített, sziget üzemű napelem-rendszerek mellé. Egy régi akkucsomag esetében pl., amely 24 kWh volt újkorában (Leaf első generáció), még ha 66%-os szinten is van, akkor is maradt 16 kWh kapacitás, ami egy átlagosnak mondható háztartás átlagos 1,5 kW-os elektromos fogyasztását 10-11 órán át is biztosítja, azaz egy egész éjjelre bőven elég. Ha kellő számban „keletkeznek” bontott akkumulátor-csomagok, akkor szerintem erre is ki fog alakulni egy újfajta iparág, és az akkumulátor-cellák tényleges bedarálása és az anyagaik kinyerése csak jóval később lesz esedékes.

Készítette: Varsányi Péter, 2017-09-16, Tata

Elérhetőség: info@varsanyipeter.hu