

ZEBRA akkumulátor, avagy barkácsolásra fel!

Barkács-nemzet vagyunk! Fiatalon büszke voltam rá, hogy kb. bármit és bármivé át tudtam fabrikálni, de ahogy egyre többet látom, ki és mit ért „barkácsolás”, ill. „javítás” címszó alatt, ez a szó inkább lett bántó a fülemnek, semmint büszke legyek rá. Persze a neten látható orosz *Youtube* videók alapján mi még bőven „európai” módon barkácsolunk; de tőlünk nyugatabbra már neki sem látnak olyasminek, aminek mi még bátran nekiugrunk.

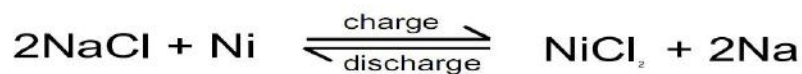
Mostani írásom apropóját egy olyan dolog adja, amiről csak azért érdemes írnom, hogy az érdeklődők lássák, mit érdemes messze elkerülniük: ez pedig a **ZEBRA** akkumulátor-rendszer! Gyakori – és nagyon olcsó – manapság, mert kb. most értek el ezek a rendszerek élettartamuk végére, és elég kellemetlen dolog elkölteni 1-2 milliót egy elektromos autónak látszó tárgyra, majd a végén rádöbenni, hogy ezt talán mégsem kellett volna... Itt van egy fényképes lista a teljesség igénye nélkül, mely olcsó eCar-csodák láttán kezdjük el mielőbb menekülni:

MES-DEA Twingo-Elektra 	ATEA Panda-Elektra 	Smart 
Venturi -PSA -Citroen Berlingo 	Fiat Palio (Brasile) 	Think City 
MECO Daily electric 	Modec delivery Van 	ENERBLU - Veicoli 
Tecnobus Gulliver 	IVECO IRISBUS-Europolis Elettrico 	Tanfied Group van and trucks (Smith Electric Vehicles) 

Először a **ZEBRA** szóról: a név egy dél-afrikai (!) céget takar, akik 1985 táján eredetileg „**Z**eolite **B**attery **R**esearch **A**frica” néven, majd az *afrika* szó rasszista csengése miatt (itthon is minden miénktől eltérő bőrszínű embert simán lemigránsozunk, hála kurmányunk fasizmust idéző ideológiájának) átnevezték „**Z**ero **E**missions **B**atteries **R**esearch **A**ctivity” névre, és így már akadály-mentesen terjedhetett főleg az olasz régióban. Számtalan korai elektromos autót az általuk kifejlesztett só-olvadékossal – és a hozzájuk tartozó töltőkkel – szereltek. És igen, olvadékot írtam: $270 \div 350$ °C-on üzemelő olvadt sós akkumulátorról... No, kezd izgalmas lenni?

Egy átlagember ismer kb. háromféle akkumulátort: az ólom-akkumulátor (autóakku avagy folyékony savas ill. riasztó-akku, avagy gél-akku formában), a NiCd/NiMH akkumulátort és a lítium akkumulátort – és még van kb. 50 típus. Az olvadék-akkumulátorok családjába két fő típus tartozik; a *nátrium-kén* akkuk a kén erőteljes reakció-képessége és veszélyessége (kigyulladva kén-dioxid gáz keletkezik, ami erősen mérgező) miatt nem annyira kedveltek; de a mostani írásomban főszereplőjének, a *nátrium-nikkel* akkumulátoroknak meglepően jók a tulajdonságai. Három fő tulajdonság tesz egy akkumulátort „jó” akkuvá:

1. **A hatásfoka:** amikor egy ólomakkumulátort töltünk, számtalan reakció zajlik le, pl. vizet is bontunk; máshol meg az akku belső ellenállásán disszipálódik el a töltőáram egy része. Ezért rossz az ólomakku, amelybe csaknem 40%-al több töltést kell belenyomni, mint amit ki tudunk venni; de a NiCd/NiMH akkuk sem közelítik meg a lítium akkumulátorok hatásfokát. A nátrium-nikkel akkumulátorokban egy hallatlanul egyszerű kétirányú kémiai reakció zajlik, ami ebből adódóan 100%-os hatásfokú: nem tud tönkremenni túltöltéstől vagy mélykisütéstől, mint a lítium akku, és nincs töltési vesztesége sem:



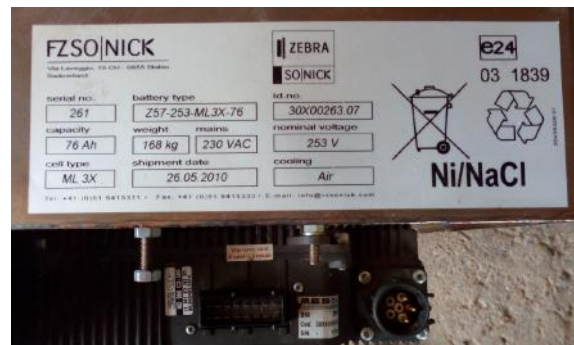
2. **Fajlagos energia-sűrűsége:** senki sem akar nagy, nehéz akkumulátort, így az a jó akku, ami egységnyi térfogatban vagy súlyban több energiát képes eltárolni. A *NaNiCl* akku ezen a téren alig marad el a lítium akkuk mögött; az ólomakkukra kb. 5x-ös mértékben odaver. Ezen adatok függenek a konkrét akku-konstrukciótól is, de a cikk alapját adó ZEBRA akkukra 120 Wh/kg fajlagos energia, és 170 W/kg fajlagos teljesítmény jön ki. Na jó, ez azért elmarad egy picit egy mai, jobb 18650-es cella 200+ Wh/kg értékétől, de a többi azért megveri.

3. **Ár:** Egy átlag lítium akkumulátor nem igazán olcsó; nem annyira maga a lítium a drága, inkább az adalékanyagok, pl. a kobalt, ill. a mangán. Azt hiszem, a *NaNiCl* akkuk ebben a szegmensben egyszerűen verhetetlenek: sima konyhasó van bennük, és a filléres tételt jelentő nikkel. Talán még a rozsdamentes acél házuk is többre kerül, mint maga az akkuk. Érdekességképpen leírom, hogy az első *NaNiCl* akkukat a 2. világháborúban a németek fejlesztették ki, mint olcsó akku a V-1 repülő bombába és a V-2 rakétába: induláskor jól felfűtötték, és amíg a bomba be nem csapódott, addig táplálta a vezérlő-irányító elektronikát.

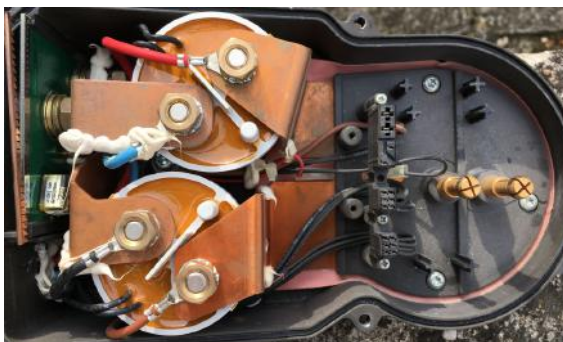
Maga az akkumulátor egy préselt, majd szinterelt kerámia szeparátorból, és a nikkel áramkollektorból áll főleg, meg még pár alkatrészből. Az akkumulátor elemeit összeszerelik, a fém házába beletöltik a nikkel-vas port, amit vákuumban, magas hőfokon kiszáritanak, az olvadt állapotú NaAlCl_4 sót rátöltik, héliummal feltöltik a maradék térfogatot, hogy a melegedéskor fellépő hőtágulás hatására tudjon hova tágulni a sóolvadék; majd a fémházat hermetikusan lehegesztik. Ezek az elemi cellák; 2,58V-os kapcsolófeszültségük a teljes töltési-kisütési ciklus során csaknem állandó; még a lítium akkuk karakterisztikájánál is laposabb, így a töltöttségük nem állapítható meg a kapcsolófeszültség mérésével, hanem ún. *Coulomb*-módszerrel mérhető.



E cellákból kétféle méretű akkumulátort csinálnak: a picit kisebb, hosszúkás téglatest alakú Z23-232-ML3X-76 típust, és a picit nagyobb, de majdnem négyzetes alapterületű Z57-253-ML3X-76 típust; mindkettő kb. 30 cm magas. Ez utóbbi a gyakoribb, ez van a képen is:



Egy ilyen akku névlegesen 253V-os, 76Ah-s, (típuszám 2. és 4. része) azaz 19,2 kWh. Az oldalán van a BMI-nek nevezett *Battery Management Interface* furcsa, kettős doboza. A kerek végű tartalmaz két kontaktort (nagyfeszültségű relét) az áramtalanításhoz, és az akkura ill. a motor-inverterre menő csatlakozókat. A másik a BMI egység, meglehetősen komoly és minőségi elektronikával: processzor, tápegység, hőfok-szabályzó, Coulomb-integrátor, CAN busz, és még jó pár relé. Ahhoz képest, hogy elvileg még „múlt századi” cég terméke, simán lehetne 2015-ös fejlesztés is.



Eddig csak a szépről és a jóról beszéltem. Jöjjön most a feketelevés...

Ahogy írtam már, az akku üzemi hőmérséklete $270 \div 350^\circ\text{C}$, és egy 168 kg-os akkut ilyen hőmérsékletre egyenletesen felfűteni egy teljes nap; és addig bizony az autóval meg sem lehet moccanni. Nem ajánlanám rendőrautókba, mert a forró nyomos üldözésekből rég kihűlt nyom lenne, mire az akku felforrósodna – ellenben ideális pl. taxiba, buszba, postai- vagy áruszállító teherautókba, mert olcsó, rengeteg töltés-kisütési ciklust kibír, és akármekkora méretben lehet gyártani különösebb veszély nélkül: nem gyullad ki robbanás-szerűen, mint pl. a lítium akkuk.

Az első gond a fűtéssel van: az akkuk fűtését egy laminált fűtőbetéttel oldják meg, amely két fűtőkört tartalmaz két papír-vékonyágú mű-csillám lap közé sajtolva. A külső kör 62 Ω -os, azaz 230VAC esetén 850W teljesítményt tud leadni; a belső kör triplán végig vezetett és vékonyabb ellenállás-pályája ezzel szemben kereken 300 Ω , azaz 176W fűtő-teljesítményre képes. Mivel az akkuk hőszigetelten vannak, a teljes doboz hővesztesége 105W, ennyivel kell fűteni folyamatosan; vagy a konnektorról, vagy az akkunak kell fűtenie saját magát. Sajnos ahogy az alábbi fotón is látszik, a barkácsolásra érett autók első baja az, hogy a külső, fésűs alakban végigvitt 850W-os fűtőkör szétég; az ellenállás-szalag átkristályosodik, berepedezik, és egyszer csak egy picit átég a csillámlap és megszakad a fűtőszál is (piros kör):



Ezt javítani kb. lehetetlen... Újragyártani szerintem dettó. Kb. 60x60 cm lap, 1 mm széles, 0,1 mm vastag ellenállás-pályákkal; még a lézervágás is felkapja ezt a vékonyságú anyagot. Már a szétszedése is kb. lehetetlen, lásd a jobb alsó sarkot. Eleve, a fémdoboznak sem szabad flex-szel nekiesni, mert ez a lap pont akkora, mint a fémdoboz maga. Csak és kizárólag úgy szabad szétszedni, hogy a fémdoboz éleit csiszolókoronggal le kell lapolni 45°-ban, míg szét nem válik a hegesztése, és utána szét kell hajtogatni a fémdobozt, mint a papír tortás dobozt szokás. Nem kell félni tőle; az akkuk hidegen nem ráznak (max. picit, mert szinte nulla az áramuk hidegen), és a dobozban sincsen mérges szellem, ami kijöjjön. Ezt fogjuk látni benne:



14x14, azaz 196 cella van a dobozban, és aki rá szeretne jönni, hogy vannak összekötve, az alaposan kösse fel a gatyáját, mert bele lehet dilizni... Elárulom a trükköt: 2 párhuzamos kör van, körönként 98 akkuval; így jön ki a $98 \times 2,58V = 253V$ -os névleges feszültség. A gond az, hogy a magas hőmérséklet miatt nincsenek benne vezetékek; a lágyforrasz $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on már olvad, itt meg $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ is van. Itt bizony keményforrasztások és hegesztések vannak! Nincsen BMS sem; ami a doboz oldalán van BMI, az nem csinál cellaszintű kiegyenlítést; nem is lehetne 2P98S bekötésnél sehogy sem kiegyenlíteni. Emiatt – és az eltelt 7-8 év miatt – ezen akkucellák már úgy szétmentek egymástól kapacitásban és töltöttségben egyaránt, hogy szép sorban robbannak fel: kireped a tetejük, és kifolyik belőlük az olvadt só, ami aztán szépen ki is kristályosodik. Nem mérgező, csak éppen zárlatot csinál a fémházzal, amit a BMI észrevesz és azonnal letilt! Ha szét van szedve az akku, a só erős nedvszívó; egy pillanat alatt beszívja a levegőben lévő párákat, így jól összerakni csak forró állapotában lehet, amikor kigőzöl belőle a víz – vagy tökéletesen ki kell belőle pucolni a sót, még a cellák közül is! De ahhoz szét kéne a cellákat szedni... Már csak azért is, mert a 2P98S bekötés miatt ha az egyik sztringen egy cella kinyiffan, akkor a másik sztring veszi át a teljes terhelést – persze, hogy ott is ki fog egy cella purcanni. Aztán így tovább; mint a két bocsk meg a róka meséjében, ahol a buta bocskok a rókára bízzák a sajt elfelezését; ő meg (direkt) hol az egyikbe harap nagyobbat, hol a másikba, míg végül az egész guriga sajtot betolja „kiegyenlítés” címén, ahogy próbálja őket pontosan két azonos méretű darabra rágni. Itt a cellák ezt megoldják maguktól, róka nélkül is...



E fotót direkt tettem eredeti méretében ide: gyönyörűen látszik, hogy a középső elektródot lézer-hegesztéssel hegesztik össze az átvezetővel. Szétszedhetetlen... Ha csavarral oldották volna meg, akkor szépen egyesével szétbontható lett volna elemi cellákra az akkupakk, de így az átvezetők keményforrasztott sarkát kellene lánghegesztő pisztollyal szétolvasztani, hogy a rossz cellák kiszedhetők és cserélhetők legyenek. Nem ér meg ennyit...

Már csak azért sem, mert az összerakás előtt az összes cella kapacitását le kellene mérni – 270 ÷ 350 °C-on persze... Kivitelezhetetlen! Ennyi erővel az ember dobja ki az akkut, és egy lítium akkupakkot rakjon be helyette. De a BMI CAN buszon át kommunikál és engedélyezi az invertert, tehát amíg nincs visszafejtve a kommunikáció, addig a motor-invertert sem lehet használni, tehát valószínűleg azt is cserélni kell. Megéri? Szerintem nem...

Pedig magáért az akkumulátorért nagy kár. Egy családi ház energia-ellátására ez tökéletes lenne: a padló alatt, egy jól hőszigetelt aknában el lehetne helyezni olcsón, több száz kilót is akár; a veszteségi hő meg beszállna a fűtésbe. De pl. az is különlegessége az akkunak, hogy nincs önkisülése: míg egy ólomakkut kb. negyedévente, egy jobb NiMH akkut félévente, egy minőségi lítium akkut meg legalább évente után kell tölteni, mert állásában merül, ez az olvadék akku sohasem merül le magától! Felmelegíted, akár egy rakás tüzifával, és amint elég meleg, a teljes kapacitása ott van Neked – akár 100 év múlva is... Furcsa belegondolni, hogy ilyen is van!

Írhatnék még hosszan az olasz *MES-DEA* cégről is, akik a ZEBRA akkuk legnagyobb felhasználói voltak, de ezt korábban már megtettem egy másik cikkemben. Ők komplett töltő – DC/DC – inverter – junction box (~kötődoboz) négyest készítettek a ZEBRA akkukhoz, így az összes ZEBRA akkuval szerelt – szerintem javíthatatlan – akkus autónál jó eséllyel a teljes belseje cserére szorul. Ezért sem látom értelmét, hogy ezeket is hosszasan bemutassam. Jó hír viszont, hogy az olaszoknak hála az interneten egész rendes dokumentációkat lehet róluk találni, ha valakinek a barkácsolás a hobbi; az egyetlen nehézség, hogy ilyen és hasonló mondatokkal van tele: „*Riferimento analogico di velocità ad alta precisione: tensione corrispondente alla massima velocità*”

Verzió: 1.01, 2018-06-23, Tata

Varsányi Péter E.V.
Tel: +36-20-942-7232
Web: <http://varsanyipeter.hu/>
Email: info@varsanyipeter.hu