

Dočkáme se kvalitnějších lithiových akumulátorů ?

V lednu 2019 jsem si koupil aku LiPol GensAce 2700 mAh, přečetl všechny popisy na ní uvedené a vyplatilo se to. Na zadním štítku je mj. uvedeno, že minimální kapacita podle IEC/EN 61960 odpovídá hodnotě uvedené na přední straně aku, tedy 2700 mAh.

To představuje zásadní změnu, při které odkaz na platnou mezinárodní normu může kupujícímu naznačit, že kvalita aku odpovídá daným standardům a ne libovůli výrobce. Že by si německý dovozce „dupnul“ a Číňan srazil paty ?

Obecně platí, že ustanovení norem je nezávazné (pouze doporučující), pokud tam ale není uvedeno slůvko „musí“ – pak je nutné ustanovení norem dodržet. Jedná se např. o bezpečnostní požadavky.



Začal jsem uvedenou normu shánět a z „útržků“ na Internetu sestavil části, které mne zajímají. Jedná se hlavně o odst. 7 – Měření a Tabulku č. 3 – Minimální požadavky na každý typ standardizovaného lithiového článku. Je zajímavé, že zatím jsou **vhodné** pro normalizaci pouze tři lithiové články, z toho dva válcové (včetně typu 18650) a jeden ve tvaru hranolu.

Na normalizované články jsou kladeny přísné požadavky, např. ve výdrži v cyklech, minimální kapacitě při teplotě -20°C, účinkům elektrostatické elektřiny apod. Další související IEC normy se týkají použití aku a uvádějí i bezpečnostní předpisy. Naše „plastovýtky“ LiPol by vyhověly pouze některým ustanovením normy.

Prvním úkolem při testu nového aku bylo zjistit, zda kapacita aku je skutečně alespoň 100 % hodnoty uvedené na štítku. Po 5 hodinách zatížení proudem $I = 540 \text{ mA}$ bylo napětí jednotlivých článků $U = 3,379; 3,380 \text{ a } 3,384 \text{ V}$ – výborný výsledek!

Samozřejmě můj zájem se týkal hlavně ustanovením o měření vnitřního odporu (je to moje hobby). Vnitřní odpor má totiž zásadní vliv na velikost proudu, který poteče do motoru, a tím jeho výkonu a následně razanci letu.

Podobně, jako u aku NiMH, umožňuje norma pro Lilon/LiPol měřit vnitřní odpor buď střídavým, nebo stejnosměrným proudem. Platí ale, že naměřená hodnota R_i střídavým proudem *nesmí být větší*, než hodnota naměřená stejnosměrným proudem. To „hraje do noty“ nám modelářům, protože měření R_i stejnosměrným proudem je jednodušší.

Podle odst. 7.6.2 uvedené normy, se vnitřní odpor stanoví dle následujícího postupu:

Článek se při teplotě okolí $20 \pm 5^\circ\text{C}$ nabije na konečné napětí 4,2 V a po jedné až čtyřech hodinách klidu se začne vybíjet proudem $I_1 = 0,2 I_t \text{ A}$ (u aku 2700 mAh je to 540 mA) po dobu 10 sekund. Na konci vybíjecí doby se změní a zaznamená napětí článku $U_1 [\text{V}]$. Vybíjecí proud se potom okamžitě zvýší na konstantní hodnotu $I_2 = 1 I_t \text{ A}$ (u aku 2700 mAh je to 2,7 A). Na konci vybíjení trvajících 1 sekundu se změní a zaznamená odpovídající vybíjecí napětí při zatížení $U_2 [\text{V}]$.

Vnitřní stejnosměrný odpor se potom vypočítá dle vzorce

$$R_{dc} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} \quad (\Omega)$$

Tímto postupem se sice zvýší náročnost na přístrojové vybavení, ale také můžeme zcela přehledněnout čas, potřebný na ustálení napětí a proudu po změně zatížení. V některých mých článcích jsem v záznamech z datalogeru označil dobu ustálení napětí a proudu jako „přechodový stav“.

Pro měření R_i podle normy IEC jsem si opatřil programovatelný spínač (viz foto), který po dobu 10 s spustí zatížení aku proudem $0,2 I_t \text{ A}$ (540 mA) a po přepnutí proudem $1 I_t \text{ A}$ (2,7 A). Napětí a proud byly během zkoušky snímány po 0,1 s datalogerem.



Zatěžování začalo v čase 2,900s proudem 0,53 A (mělo být 0,54 A) a po 10s byl proud zvýšen na 2,615 A (mělo být 2,7 A) - doma nemám možnost nastavit proud přesněji. (Jak už zaznělo v článku *Závislost vnitřního odporu (Ri) aku LiPol na jeho napětí a zatěžovacím proudem, nemá velikost zatěžovacího proudu při konstantním napětí žádný vliv na velikost Ri*). V záznamu se sice vyskytuje v jedné desetíně sekundy po přepnutí zatěžovacího proudu z 0,53A na 2,615 Ampér „přechodový stav“, kdy není napětí ani proud ustálený, ale to nemá žádný vliv na výsledek zkoušky. Rozhodující je stav po 1s zatížení. V záznamu je pořadí sloupců: čas, proud, napětí jednotlivých článků a celkové napětí aku.

Zkrácený záznam s vypočteným výsledkem R_i :

100	12,199	0,53	4,169	4,183	4,180	12,532					
101	12,299	0,53	4,169	4,183	4,180	12,532					
102	12,400	0,53	4,169	4,183	4,179	12,531					
103	12,500	0,53	4,169	4,183	4,179	12,531					
104	12,600	0,53	4,169	4,183	4,179	12,531					
105	12,700	0,53	4,169	4,183	4,179	12,531					
106	12,800	0,53	4,169	4,183	4,179	12,531					
107	12,899	0,648	4,168	4,183	4,179	12,530	přechodový stav				
108	12,999	2,683	4,158	4,172	4,171	12,501	zatěžování $I=2,615$ A (má být 2,7 A)				
109	13,099	2,615	4,158	4,172	4,171	12,501					
110	13,200	2,615	4,157	4,172	4,171	12,500					
111	13,300	2,615	4,157	4,172	4,170	12,499					
112	13,400	2,615	4,157	4,172	4,169	12,498					
113	13,500	2,615	4,157	4,172	4,169	12,498	doba zatěžování 1,0 s				
114	13,599	2,615	4,156	4,172	4,168	12,496					
115	13,699	2,615	4,156	4,172	4,167	12,495					
116	13,799	2,615	4,156	4,172	4,167	12,495					
117	13,900	2,615	4,156	4,172	4,166	12,494			R_i 1.čl. [mΩ]	R_i 2.čl. [mΩ]	R_i 3.čl. [mΩ]
118	14,000	2,615	4,156	4,172	4,166	12,494	ukončení zkoušky, $R_i=17,7$ mΩ	0,0062	0,0053	0,0062	
119	14,100	2,615	4,156	4,172	4,166	12,494					

Závěr

LiPol aku GensAce 2700 mAh vyhovuje ustanovením normy IEC/EN 61960-3, jeho kapacita je větší, než deklarovaná. Metoda zjišťování vnitřního odporu aku nepřinesla žádnou podstatnou změnu v naměřených hodnotách R_i oproti metodě, kterou jsem dosud používal, a používat budu.

Máte-li jakékoliv měřidlo R_i , u kterého není zřejmá jeho měřicí metoda, rozhodně se ho nezbavujte. Dále vám může sloužit pro porovnání stárnutí aku (zvvyšování R_i). Nezapomeňte však o měření vést záznamy.

V Náchodě 19.5.2019
Bohr

