

ADVANCED TECHNOLOGIES IN BATTERY SOURCES

Lenka Pagáčová

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xpagac05@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kazda

E-mail: kazda@feec.vutbr.cz

Abstract: This article discusses the advanced technologies in battery sources. Introduction is focused on our modern society in conjunction with electrochemical energy sources. The core of article include two plots from this topic and explains the parameters of different sources. In the last part of this article is presented one type of energy source that is not currently used in practice, however it can be interesting for future applications. Conclusion summarizes the information from article.

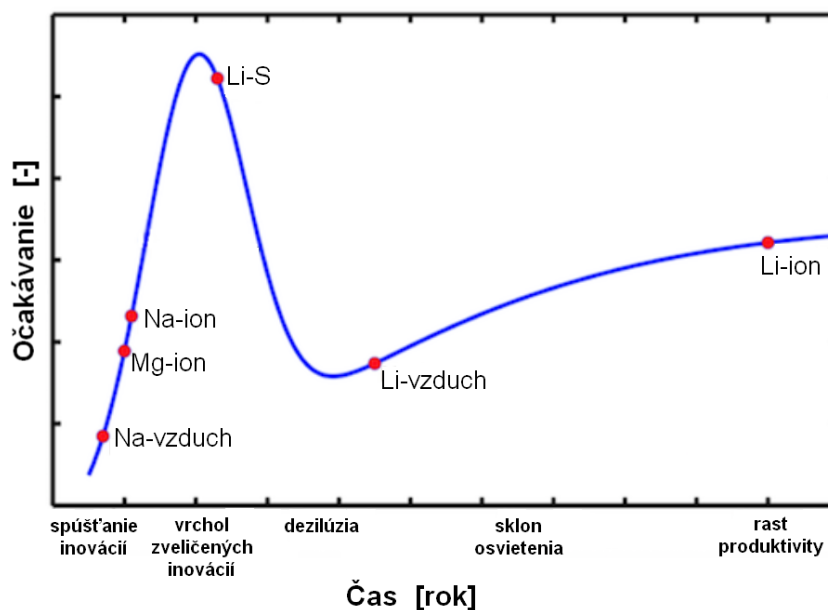
Keywords: cells, batteries, sources, advanced technologies, lithium, sulfur

1 ÚVOD

V dnešnej modernej spoločnosti je takmer nemožné si predstaviť existenciu bez elektrochemických zdrojov energie. Elektronická revolúcia, ktorá sa spolieha na rozsiahle využívanie vysoko sofistikovaných prenosných zariadení (mobilné telefóny s aplikáciami, notebooky, videokamery a pod.), závisí od dostupnosti zdrojov, ktoré vyžadujú vysokoenergetickú hustotu, bezpečnosť a prijateľnú cenu. Výzva rozvoju nabíjateľných zdrojov energie sa v posledných rokoch značne zvýšila, v dôsledku dopytu po elektrickom pohone, ktorý nahradil pohon fosílnych palív. Elektrochemické zdroje zahŕňajú primárne a sekundárne batérie, palivové články, superkondenzátory a fotovoltaičné zariadenia. [3]

2 POKROČILÉ TECHNOLOGIE

2.1 BATÉRIOVÝ CYKLUS OČAKÁVANÍ V ČASE

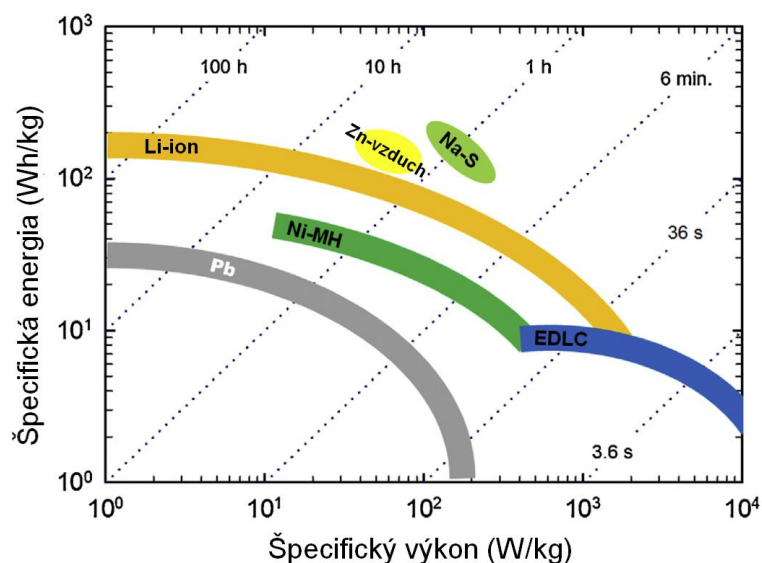


Obrázok 1: Batériový cyklus očakávaní v čase

Obrázok 1 zobrazuje niekoľko rôznych tried batérií od inovačného začiatku, cez vrchol očakávania až po súčasnosť, kde dominujú Li-ion batérie. Pokiaľ ide o hustotu energie a náklady, magnéziové, sodíkové a Li-S batérie fungujú ako Li-ion batérie. Najmä batérie Li-S majú potenciál byť drasticky lacnejšie ako bežné Li-ion batérie, kvôli nízkym nákladom na síru. Avšak súčasné Li-S trpia nestabilitou, ktorá spôsobuje obrovské zníženie účinnosti a zvýšenie samovybijania. Napriek tomu sú Li-S batérie jedným z najsľubnejších technológií pre budúcnosť. Li-vzduch má obrovský potenciál na vyradenie Li-ion, pretože využívajú zásadne odlišnú techniku na ukladanie energie. Akumulátora batéria má na svojej negatívnej strane kovové lítium a reaguje s atmosférickým kyslíkom na jeho pozitívnej strane. Keďže jedným z reaktantov v batérii je vzduch, teoreticky potrebuje polovicu množstva batériových materiálov na uloženie rovnakého množstva energie a hmotnosť batérie sa môže znížiť na polovicu. To je obzvlášť prítlačlivé pre elektrické vozidlá, ktoré by mali veľký úžitok z menšej veľkosti a hmotnosti batérie. Avšak akumulátory Li-vzduch majú ešte dlhú cestu, než dosiahnu životnosť bežných Li-ion batérií. [1]

2.2 RAGONE GRAF

Vo všeobecnosti sa zdroje energie vyhodnocujú podľa ich špecifického výkonu a hustoty energie. Sice tieto dve vlastnosti môžu byť v rozpore z viacerých dôvodov, taktiež na druhej strane môžu mapovať zdroje energie v Ragone grafe, ktorý popisuje ich vzájomný vzťah. Obrázok 2 poskytuje všeobecný príklad schémy Ragonovho grafu pre niekoľko druhov článkov a superkondenzátorov (EDLC). Diagram jasne ukazuje obmedzenie a smer vývoja energetických zariadení. Novo vyvinuté batérie by mali byť umiestnené na vyššej pozícii k osi, ktorá odkazuje na vysokú hustotu energie. [2][3]



Obrázok 2: Ragonov graf (Wh/kg vs. W/kg)

Avšak, existuje niekoľko problémov, ktoré tento diagram obsahuje. Diagram nemôže zobrazovať všetky energetické zariadenia (solárne články, veterné turbíny, atď.) a graf taktiež nemôže nadväzovať na vývoj moderných technológií. Je preto naliehavo potrebný presnejší a rozsiahlejší diagram, ktorý by sa venoval rozvoju energetických zariadení. [2][3]

2.3 LÍTIUM-SÍRA

Systémy používajúce kovové lítium sú známe tým, že ponúkajú najvyššiu špecifickú energiu. Síra je prírodným katódovým partnerom pre kovové Li a umožňuje teoretickú špecifickú energiu vyššiu ako 3000 Wh/kg a najvyššiu hustotu energie medzi lítiovou chémiou 600 Wh/kg. Poskytujú bezpečnosť, ktorá umožňuje splniť medzinárodné normy týkajúce sa otrasov, tepelnej stability a skratu, vďaka kľúčovým mechanizmom (keramická pasívna vrstva sulfidu lítneho a nehorľavý

elektrolyt). Projekcia nákladov na výrobu týchto článkov je podstatne nižšia vďaka nízkym nákladom na síru a vysokej energetickej hustote (menej materiálu potrebného na rovnakú energiu). Predpokladá sa, že táto nákladová výhoda bude kľúčovou hnacou silou rozsiahleho zavádzania Li-S technológie. [4][5]

Ďalšou výhodou je tolerancia materiálu aj pri vysokých teplotách, zatiaľ čo väčšina batériových technológií touto vlastnosťou nedisponuje. Okrem teplotnej stability články ponúkajú aj stabilitu pri vysokom tlaku až do 660 barov. V neposlednom rade prosperujú aj zo svojich ekologických vlastností, kde Li-S články namiesto ťažkých kovov využívajú síru. [4][5]

Na druhej strane majú Li-S články veľa problémov, ktoré predstavujú neustálu výzvu pre výskum. Patrí medzi ne 80% zmena objemu počas cyklovania článku, nízka účinnosť nabíjania a vysoká miera samovybíjania. Tieto problémy súvisia so špecifickou charakteristikou síry a nie sú ešte úplne pochopené. Sú označované ako fenomén „kyvadlového efektu“ alebo „polysulfidový mechanizmus“. To znamená transport rozpustných polysulfidov medzi oboma elektródami, ktorý je spojený s „kyvadlovým“ nabíjaním (shuttle effect). Ióny lítia reagujú so sírou za vzniku zlúčením, ktoré migrujú a znižujú kapacitu článku. Avšak v priebehu niekoľkých nabíjajúcich a vybíjajúcich cyklov sa Li-S batérie stávajú nestabilnými a ich elektródy sa rozpadajú, čo je práve dôvod prečo nie sú dostupné v praxi. [4][5]

3 ZÁVER

Ako už bolo spomenuté, naša moderná spoločnosť si už nevie predstaviť existenciu bez moderných aplikácií, ktoré si vyžadujú elektrochemické zdroje. Neustály nárast spotreby energie si vyžaduje aj rozvoj v oblasti zdrojov, ktoré by nám poskytovali výkonnejšie charakteristiky pri menších nákladoch a hmotnosti. V úvode boli vymenované druhy elektrochemických zdrojov a ich nenahraditeľnosť v súčasnosti. V prvých dvoch podkapitolách boli zobrazené grafy, ktoré prezentujú rôzne druhy elektrochemických zdrojov a ich charakteristiky. V poslednej podkapitole je prezentovaný nový pokročilý materiál, ktorý sa síce ešte v súčasnosti nevyužíva, ale pre svoje vlastnosti má veľký náskok nad ostatnými elektrochemickými článkami. Bohužiaľ, tento materiál so sebou nesie aj nevýhody (napr. v podobe kyvadlového efektu), ktoré neboli ešte dôkladne pochopené a odstránené z aplikácie. Práve materiál Li-S sa javí ako sľubnou budúcnosťou pre elektrochemické zdroje.

POĎAKOVANIE

Publikácia vznikla za finančnej podpory projektu špecifického výskumu na VUT (projekt č. FEKT-S-17-4595, Materiály a technológie pre elektrotechniku III).

REFERENCIE

- [1] Fares, Robert, Beyond the Hype: What's the Future of Batteries? SCIENTIFIC AMERICAN. USA: 18. 2. 2016. [Online] <https://blogs.scientificamerican.com/pluggedin/beyond-the-hype-what-s-the-future-of-batteries/>.
- [2] Sang C. Lee a, Woo Young Jung, Analogical understanding of the Ragone plot and a new categorization of energy devices. ELSEVIER. 2016.
- [3] Hyun Deog Yoo, Elena Markevich, Gregory Salitra, Daniel Sharon and Doron Aurbach, On the challenge of developing advanced technologies for electrochemical energy storage and conversion. ELSEVIER. Israel: Bar-Ilan University, 2014.
- [4] Qingsong Wang, Jun Jin, Xiangwei Wu, Guoqiang Ma, Jianhua Yang, A shuttle effect free lithium sulfur battery based on a hybrid electrolyte. Physical Chemistry Chemical Physics. 2014.
- [5] Umair Irfan, Scientists have created a thin composite film that gives lithium–sulfur cells exceptional durability. SCIENTIFIC AMERICAN. USA: 2017.