

VÝVOJ INOVATÍVNYCH PRODUKTOV PRE ZLEPŠENIE ELEKTROMOBILITY

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE PRODUCTS FOR THE IMPROVEMENT OF ELECTROMOBILITY

Peter RUMAN – Tibor DZURO

ABSTRAKT

Použitie akumulátorov je veľmi široké – od automobilov cez elektrické vozíky až po hračky alebo mobilné telefóny. Najväčším problémom je dojazd elektromobilov, ktorý je ešte stále dosť malý. Preto sa hľadajú kombinácie rôznych materiálov, aby sa zvýšil dojazd elektromobilov a tým zlepšil pomer uloženej energie a zníženia hmotnosti akumulátora. Človek sa každý týždeň dočíta po weboch o tzv. revolučných akumulátoroch, ktorých kapacita a životnosť je výrazne väčšia ako u súčasných akumulátoroch. Rôzne svetové univerzity prichádzajú denno-denne s novými nápadmi ako tento problém vyriešiť.

Batérie sú pre elektromobily základným kľúčom tejto technológie budúcnosti. Akumulátory resp. galvanické články je možné po vybití dodaním elektrickej energie znovu nabiť. Pri nabíjaní sú schopné prijímať elektrickú energiu z vonkajšieho zdroja a ukladať ju vo svojich elektródach ako energiu chemickú. Prvý akumulátor s olovenými elektródami navrhol v roku 1859 francúzsky fyzik Gaston Planté. V dnešnej dobe sa využívajú akumulátory olovené, nikel-železné (Ni-Fe), nikel-kadmiové (Ni-Cd), nikel-metalhydridové (Ni-MH), lítium-iónové (Li-Ion), lítium polymérové a vyvíjajú sa lítium sírové a lítium v kombinácii so vzduchom.

Kľúčové slová: elektromobil, batéria, lítium

ABSTRACT

Using the battery is very wide – from cars over electric cars or mobile phones. The biggest problem is the range of electric vehicles, which is still quite small. Therefore looking for combinations of different materials to increase the range electric cars and thereby improve the ratio of stored energy and reducing the weight of the battery. One has read each week on “revolution batteries”, whose capacity and service life is significantly greater than current batteries. Different world universities come in daily with new ideas to solve this problem. Batteries for electric vehicles are an essential key to the future of this technology. Batteries respectively, primary cells, can be discharged after the supply of electricity recharged. When you charge are capable of receiving electricity from an external source and store it in their electrodes as chemical energy. The first battery of lead electrodes proposed in 1859 by French physicist Gaston Plant. Nowadays, the use of lead-acid batteries (NI-FE), (Ni-Cd), (Ni-Mh), (Li-Ion) lithium polymer and lithium are being developed sulfuric acid and lithium in combination with air.

Key words: electric car, accumulator, lithium.

ÚVOD

Dnešné batérie sú relatívne veľké a majú nízku špecifickú hustotu energie Elektromobily a zariadenia na skladovanie elektriny vyžadujú vyššiu kapacitu a vyšší výkon batérií, než sú súčasné technológie schopné zabezpečiť. S novými typmi batérií, založenými na systémoch ako lítium-vzduch, by mohli elektromobily plne konkurovať automobily so spaľovacími motormi. Skladovanie elektriny založené na týchto konceptoch v kombinácii so stochastickými obnoviteľnými zdrojmi energie, ako veterné a fotovoltaické elektrárne, by umožňovalo efektívne a bezproblémovo využívať obnoviteľné zdroje bez negatívnych vplyvov na elektrizačnú sústavu.

Je potrebné podotknúť, že stále ešte je potrebné vyriešiť mnoho komplikovaných vedeckých a technických problémov a obmedzení, ktoré bránia tomu, aby sa lítiovo-vzduchový článok stal plne funkčnou realitou. Základný princíp lítiovo-vzduchového článku je elektrochemická oxidácia kovu lítia na anóde a redukcia kyslíku obsiahnutého vo vzduchu na katóde. Reakcia je podporená vhodným elektrolytom. V ideálnom prípade ide o celkom vratnú reakciu, tzn. článok možno nabíjať pripojením elektrického potenciálu a vybíjať pripojením do elektrického obvodu spotrebiča.

V roku 2012 bola celková spotreba energie na Zemi zhruba 474 exajoulov, pričom 70 – 80 % energie sa získavalo spaľovaním fosílnych palív. Uvedené množstvo energie zodpovedá energetickej spotrebe 15 TW. Hlavná časť, t. j. cca 35 % tejto energie, vyprodukovali ropné zdroje. Väčšina ropy sa využíva na výrobu paliva pre automobilovú, železničnú a leteckú dopravu. Samotné Spojené štáty americké spotrebujú cca 4 milióny m³ ropy za deň, pričom ~70 % tvoria pohonné látky v doprave. Ak by bola pozemná doprava plne elektrifikovaná, potom by mohlo dôjsť až k 80% eliminácii ropného importu USA a celková účinnosť dopravy by mohla významne rásť. Štandardné vozidlo so spaľovacím motorom disponuje účinnosťou premeny energie paliva na pohybovú energiu vozidla cca 13 %. Oproti tomu elektromobil využívajúci elektro-pohon disponuje účinnosťou takmer 90%.

V súčasnosti automobilový priemysel rozvíja niekoľko nových platforiem vozidiel, založených na viacerých modifikáciách hybridnej technológie, poznáme koncepty ako „*Electric-hybrid-vehicle*” (EHV), „*Plug-in-hybrid-electric-vehicle*” (PHEV), alebo takzvané „čisté” elektromobily „*Plug-in-electric vehicle*” (PEV alebo EV). V zásade je však hlavný problém týkajúci sa týchto technológií stále rovnaký, a to ako vyrobiť ekonomicky prijateľnú a technicky zrealizovateľnú vysoko výkonnú batériu. Ideálna batéria pre elektromobil by mala byť lacná, jednoduchá, ľahká, nie väčšia ako štandardná palivová nádrž a mala by zabezpečiť hustotu na uskladnenie energie v takej výške, aby elektromobil dokázal na jedno nabitie prejsť vzdialenosť ~800 km, čo je štandardný dojazd automobilu na plne natankovanú nádrž.

Je nutné poznamenať, že elektrický pohon založený na technológii batérií nie je nič prevratne nové a je bežný v mnohých priemyselných zariadeniach, napríklad pri vysokozdvížných vozíkoch a pod. V Českej republike bol napríklad v rokoch 1992-93 realizovaný projekt akumulátorovej posunovacej lokomotívy. Lokomotíva A 219.0 spoločnosti ČKD bola vybavená batériou VARTA 8x80 v osemčlánkovom prevedení a s kapacitou 300 Ah a napätím 640 V. Špecifická hustota energie trakčného akumulátora zodpovedala približne 100 kg nafty. Akumulátor počas jazdy dobíjala rekuperačná brzda, pokiaľ stála dobíjala sa káblom z vonkajšej siete s napätím 3x380V. Dojazd lokomotívy na rovinatej trati predstavoval cca 200 km.

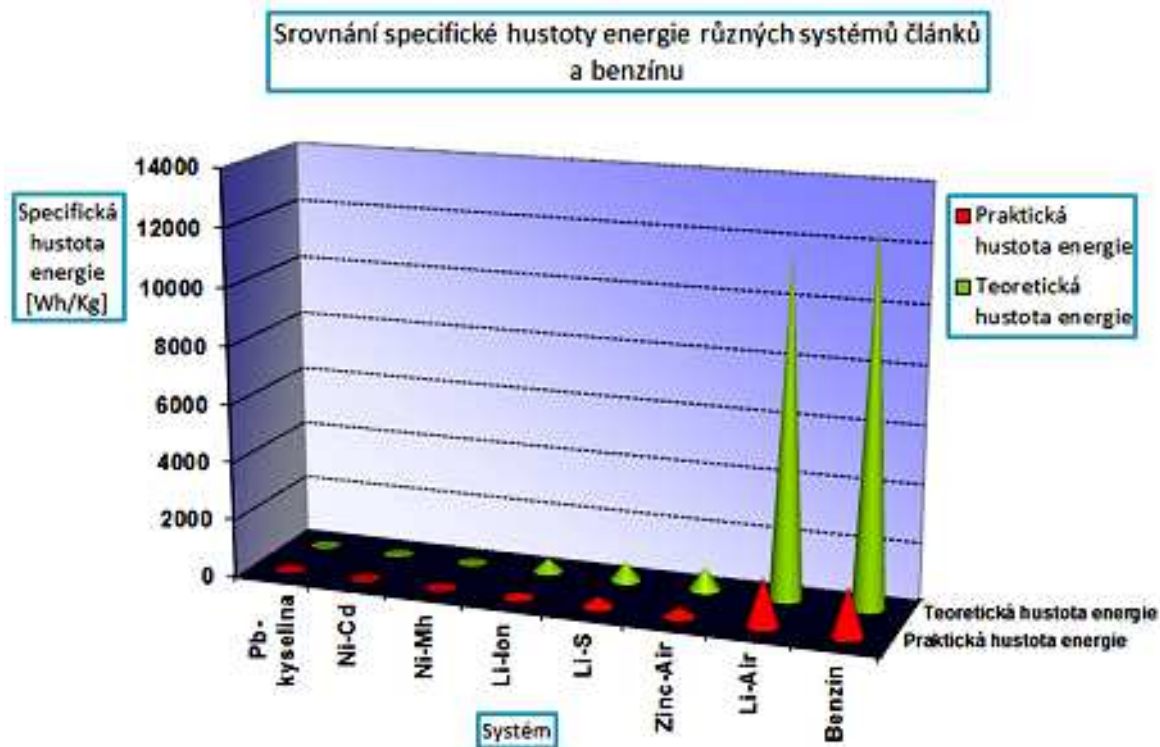
Dojazd elektromobilov sa síce predlžuje, ale stále nie je uspokojivý. Preto hľadáme vhodný akumulátor, ktorý je schopný uložiť dostatočné množstvo elektrickej energie a zaistiť tak niekoľkonásobný dojazd elektromobilov. Takáto nádej je vkladaná predovšetkým do lítia.

Základný problém elektromobilu je pomer uloženej energie a hmotnosti akumulátora. Hodnoty špecifickej energie pre rôzne energetické zdroje ukazuje Tab.. [1]

Základnými parametrami pre využitie batérií ako zdroja energie pre elektrický pohon sú primárne:

- hodnota špecifickej hustoty energie,
- bezpečnosť technológie,
- cena,
- doba životnosti (meraná v rokoch a míľach, resp. km).
-

Špecifická hustota chemickej energie benzínu je zhruba 13.000 Wh/kg. Avšak priemerná účinnosť premeny chemickej energie na mechanickú energiu automobilu (vypočítanú pre USA) je len 12.6 %; čiže tzv. praktická hustota energie paliva pre automobily je zhruba 1.700 Wh/kg (viď obrázok č. 1). [4]



Obr. 1 Porovnanie špecifickej hustoty energie rôznych systémov článkov[4]

LÍTHIUM, FLUÓR, SÍRA A KYSLÍK

Akumulátor má pochopiteľne este druhú elektródu (katódu). Aktívnu hmotu pre túto elektródu by sme mali vyberať na druhom konci rady. Ideálny by bol napr. fluór. Takýto Líthium-fluórový akumulátor by mal napätie cez 5V a najmenšiu možnú hmotnosť. [2]

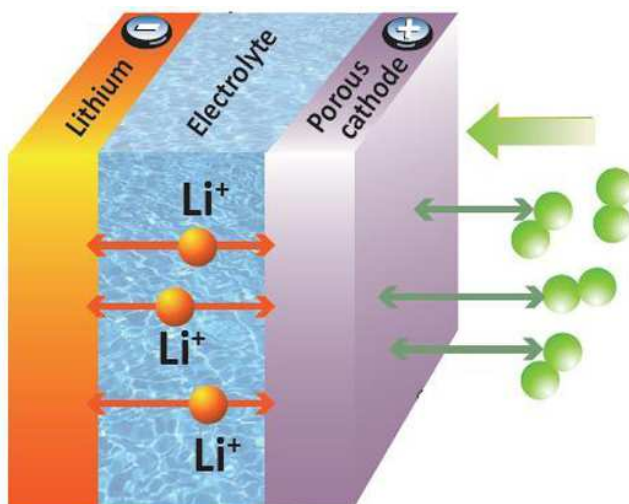
Tab. 1 Hodnoty špecifickej energie[1]

Technológie	Druh energie	Energetická hustota [MJ/kg]	Obvyklé praktické využití
Urán, Plutónium	Nukleárna	20000	Elektrárne
Stlačený vodík	chemická	143	Palivové články
Benzín	chemická	47,2	Automobilové motory
Nafta	chemická	45,4	Automobilové motory
LPG	chemická	46	Automobilové motory
Baterie Lithium-vzduch	elektrochemická	9	Prenosné zariadenia s malým odberom
Lithium-ion	elektrochemická	0,72	Notebooky, telefóny
Nickel-metal hydrid	elektrochemická	0,288	Spotrebná elektronika
Superkondenzátor	elektrická	0,1	Vyrovňavacie zariadenie rekuperácie
Olovený akumulátor	elektrochemická	0,1	Štartovacie batérie

Fluór je tak reaktívny prvok, že je takmer nemožné jeho použitie. Vhodnejšia možnosť je využitie vzdušného kyslíka na zachytenie elektrónov na katóde. Ten síce neposkytne tak vysoké napätie, ale za to automobil nijako nezaťažuje.

Udáva sa, že článok s lítiovou anódou a vzduchovou katódou má teoretickú špecifickú energiu cez 11 kWh/kg čo môžeme porovnať s výhrevnosťou benzínu (12,2 kWh/kg). [2]

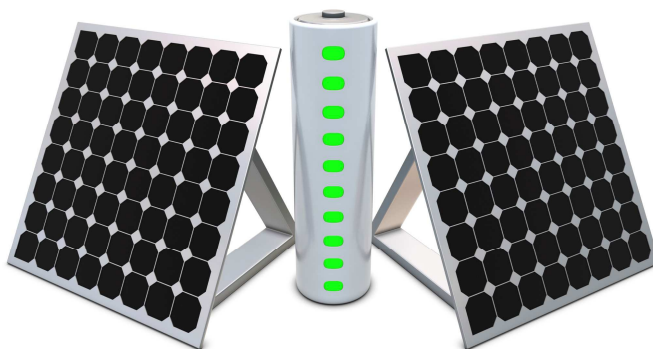
Ďalšia podstatne horšia možnosť je síra, ktorá sa už používa na stacionárnych batériách. Zaujímavou možnosťou je batéria Mg/O₂, kde horčík by mal podobu mechanicky vymeniteľných dosiek ale už by to nebol akumulátor ale primárny článok, kde by sa po vybití celá anóda s elektrolytom vymenila a horčík by sa recykloval pomocou redukčného činidla. Treba si však uvedomiť, že okrem aktívnych prvkov musí byť v akumulátoroch ešte mnoho pomocných štruktúr (elektrody, elektrolyt, nádoba a pod.) a výsledná špecifická energia je nakoniec podstatne menšia ako teoretická. [1]



Obr. 1 Schéma článku LiO₂ s tuhým elektrolytom a nanoporéznu uhlíkovú katódou[2]

IDEÁLNY AKUMULÁTOR

Z vyššie uvedeného vyplýva, že ideálny akumulátor by mal mať Li anódu a vzduchovú katódu. Zatiaľ ešte nie sú takého batérie prakticky využiteľné. Otázkou je, ako dlho ešte bude trvať, než vývoj dospeje k prakticky využiteľným výrobkom. Nízka hmotnosť resp. vysoká špecifická energia nie je jedinou požiadavkou pre automobil. Dôležitá je napr. aj veľkosť prúdu. Z toho hľadiska sú na tom vzduchové batérie veľmi zle. [3]



Obr.2 Vízia budúcnosti ideálneho akumulátora[3]

Keď uvažujeme o ideálnom akumulátore naskytne sa nám otázka či je možné navrhnuť batériu s ešte vyššou špecifickou energiou ako má LiO₂, lebo akýkoľvek iný kov použitý na anódu bude mať výrazne nižšiu špecifickú energiu. [1]

Tab. 2 Hodnoty špecifickej energie[1]

Batérie kov-vzduch	Teoretická špecifická energia (bez O ₂) [kWh/kg]
Li/O ₂	11,14
Na/O ₂	2,26
Ca/O ₂	4,18
Mg/O ₂	6,46
Zn/O ₂	1,35

ZÁVER

Každým dňom dochádza k vývoju alternatívnych pohonov a stále dochádza k zlepšeniu určitých vlastností daného skúmaného objektu. Nájdenným správnej kombinácie prvkov pre batérie elektromobilov je ešte vízia budúcnosti no už teraz vieme s určitosťou povedať, že vzdialenosť ktorú prejdú na jedno nabitie bude určite väčšia ako je teraz.

♦♦ Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu "Implementácia a modifikácia technológie na znižovanie výskytu siníc v stojatých vodách" (ITMS: 26220220028), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Lithium-sulfur batteries could store triple the power of lithium-ion [cit. 2013-01-05] Dostupné na internete: <http://www.gizmag.com/next-generation-battery-lithium-sulphur/11926/>
- [2] Lithium – sulfur potencial [cit. 2013-01-03] Dostupné na internete http://www.ecoseed.org/latestnews/article/102/12256?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+latestgreennews+%28Latest+Green+News%29
- [3] Lítium – najdôležitejšia súčasť elektromobilov [cit. 2013-01-03] Dostupné na internete: <http://www.nazeleno.cz/technologie-1/hybridy-a-elektromobily/lithium-nejdulezitejsi-soucast-elektromobilu.aspx>
- [4] Vývoj elektrickej energie [cit. 2013-01-03] Dostupné na internete: <http://www.energia.sk/analiza/elektricka-energia/technologie-ktora-uci-baterie-dychat/6887/>

ADRESY AUTOROV

Peter RUMAN, Ing., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 8, 042 00 Košice, peter.ruman@tuke.sk.

Tibor DZURO, Ing., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 8, 042 00 Košice, tibor.dzuro@tuke.sk.

RECENZENT

Miroslav Rusko, RNDr., PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika, e-mail: >miroslav.rusko@stuba.sk<