



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**

*ÚSTAV CHEMICKÉHO INŽENÝRSTVÍ
LABORATOŘ UKLÁDÁNÍ ENERGIE*

FUNKČNÍ VZOREK

***FUNKČNÍ VZOREK - LABORATORNÍ JEDNOTKA
SEKUNDÁRNÍ BATERIE ZINEK-VZDUCH.***

Autor: *Ing. Josef Chmelař
Bc. Jan Dundálek
Ing. Jaromír Pocedič, Ph.D.
doc. Dr. Ing. Juraj Kosek*

Číslo projektu: *MSMT č. 21/2012*

Číslo výsledku: *LES-2012-01*

Odpovědný pracovník: *Ing. Josef Chmelař*

Vedoucí laboratoře: *doc. Dr. Ing. Juraj Kosek*

Vedoucí ústavu: *Prof. Ing. Igor Schreiber, CSc.*

PRAHA, PROSINEC 2012

Jazyk výsledku: CZE

Hlavní obor: CI

Uplatněn: ANO

Poznámka:

Název výsledku česky:

Funkční vzorek - Laboratorní jednotka sekundární baterie zinek-vzduch.

Název výsledku anglicky:

Functional specimen – Laboratory unit of a secondary zinc-air battery.

Abstrakt k výsledku česky:

Prezentovaný funkční vzorek je laboratorní jednotkou sekundární baterie zinek-vzduch. Tato technologie je založena na oxidaci kovového zinku vzdušným kyslíkem v alkalickém prostředí. Díky tomu, že jeden z reaktantů nemusí být obsažen přímo v baterii, dosahuje tato technologie vysokých specifických kapacit (Wh/kg). Součástí funkčního vzorku je též aparatura pro automatické a přesně definované nabíjení a vybíjení sekundárních baterií, která slouží pro měření charakteristik sekundárních baterií. Samotná sekundární baterie se skládá ze vzduchové elektrody, separátoru, zinkové elektrody a vnější konstrukce z polyethylenu. Využití funkčního vzorku spočívá ve vývoji a optimalizaci sekundárních baterií zinek-vzduch s cílem dosáhnout komerčních aplikací.

Abstrakt k výsledku anglicky:

The presented functional specimen is a laboratory unit of a secondary zinc-air battery. This technology is based on the oxidation of metal zinc by oxygen taken from the surrounding air in an alkaline environment. Because one of the reactants does not have to be stored in the battery, this technology can reach high specific capacities (Wh/kg). A separate part of the functional specimen is the apparatus for automated and well defined charging and discharging of secondary batteries, which is used to measure the characteristics of secondary batteries. The battery itself is composed of an air electrode, separator, zinc electrode and outer casing made from polyethylene. The use of the functional specimen lies in the development and optimization of the secondary zinc-air batteries, which should lead to commercial applications.

Klíčová slova česky:

Elektrochemie, sekundární baterie, zinek-vzduch

Klíčová slova anglicky:

Electrochemistry, secondary battery, zinc-air

Vlastník výsledku: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze*

IČ vlastníka výsledku: **60461373**

Stát: *Česká republika*

Lokalizace: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Ústav chemického inženýrství,
Laboratoř akumulace energie*

Licence: *ne*

Licenční poplatek: *ne*

Ekonomické parametry: *Laboratorní jednotka bude využita pro další vývoj a optimalizaci sekundárních baterií zinek-vzduch. Sekundární baterie mají široké spektrum možných aplikací, například v oblasti pohonu vozidel.*

Technické parametry: *Sekundární baterie zinek-vzduch včetně aparatury pro automaticky řízené nabíjení a vybíjení sloužící k charakterizaci baterií.*

Kategorie nákladů: *výše nákladů ≤ 5 mil.*

Popis funkčního vzorku

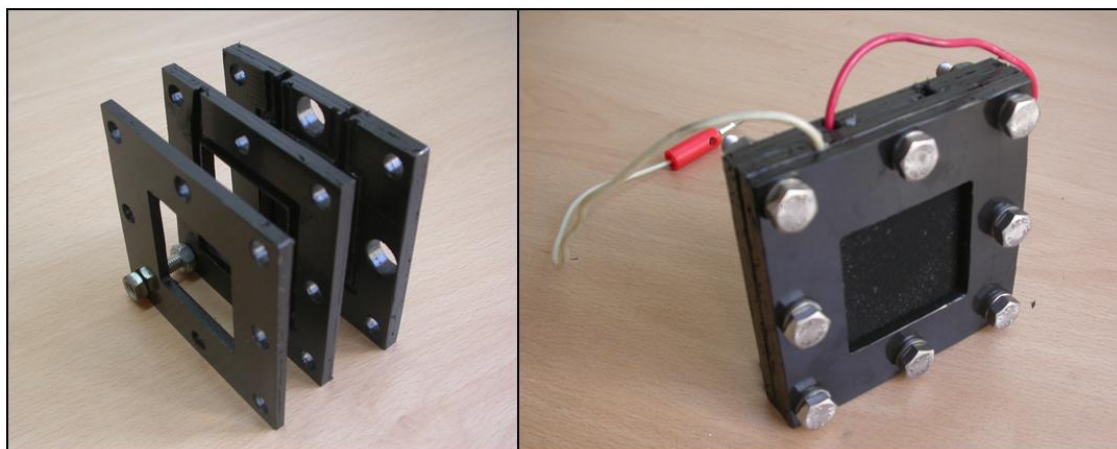
Funkční vzorek je tvořen sekundárními bateriemi zinek-vzduch a měřicí technikou pro studium charakteristik sekundárních baterií. Sestavený sekundární článek demonstruje konstrukční provedení elektrochemického systému zinek-vzduch, ve kterém je při vybíjení zinek oxidován vzdušným kyslíkem v alkalickém prostředí. Jelikož je kyslík odebírán ze vzduchu, je kapacita těchto baterií závislá pouze na množství zinkového materiálu, což umožňuje dosáhnout vysoké specifické energie (Wh/kg).

Sekundární baterie zinek-vzduch se skládá ze zinkové elektrody (anoda), vzduchové elektrody (katoda), separátoru a polyethylenové vnější cely. Příprava zinkové elektrody se skládá z nanesení elektrodové směsi na sběrač proudu, vysušení a slisování elektrody. Elektrodová směs je připravena smícháním elektrodového materiálu (oxid zinečnatý) s vodným roztokem polyvinyl alkoholu (2 hm.%), který slouží jako pojivo. Jako sběrač proudu se používá niklová pěna, která má dobrou vodivost a vysokou porositu.

Vzduchová elektroda byla připravena slisováním následujících komponent za zvýšené teploty: (i) sběrače proudu, (ii) směsi pro přípravu difúzní vrstvy a (iii) směsi pro přípravu katalyticky aktivní vrstvy. Jako sběrač proudu se používá niklová pěna. Směs pro difúzní vrstvu se skládá z teflonového prachu (střední velikost částic 35 μm) a vhodně zvoleného typu aktivního uhlíku. Směs pro katalyticky aktivní vrstvu obsahuje stejné látky jako směs pro vrstvu difúzní a dále katalyzátor na bázi směsného oxidu přechodného kovu, který má sumární vzorec Co_3O_4 a připravuje se kalcinací dusičnanu kobaltnatého v programovatelné laboratorní peci při teplotě 350°C. Jako separátor byla použita komerčně dodávaná polypropylenová membrána vhodná pro aplikaci v zinko-vzduchových bateriích.

Vnější cela článku má prizmatický tvar a skládá se ze dvou obdélníkových rámečků, které mají komplementární systém výstupků a drážek pro upevnění vzduchové elektrody a separátoru, a jednoho obdélníkového kusu s obdélníkovým výstupkem a dvěma drážkami sloužícími k plnění baterie elektrolytem. Konstrukční prvky vnější cely byly vyrobeny z polyethylenových desek o tloušťce 5 a 10 mm pomocí CNC obrábění. Polyethylen byl jako konstrukční materiál zvolen pro svou chemickou a mechanickou odolnost.

Při sestavování článku byla nejprve mezi obdélníkové rámečky zafixována vzduchová elektroda se separátorem, na který byla přiložena zinková elektroda. Ta byla následně zafixována pomocí koncové desky. Cela byla poté stažena osmi šrouby a utěsněna pomocí silikonu. V tomto stavu lze článek skladovat po velmi dlouhou dobu, neboť nedochází k žádným elektrochemickým reakcím. Před použitím je třeba článek naplnit elektrolytem, který je tvořen vodným roztokem KOH (30 hm.%) nasyceným oxidem zinečnatým.



Obr.1: Jednotlivé komponenty vnější polyethylenové cely (vlevo) a sestavená sekundární baterie zinek-vzduch (vpravo).

Druhou částí funkčního vzorku je měřicí aparatura sloužící k charakterizaci připravených sekundárních článků. Měřicí aparatura je zejména určena pro zaznamenávání hodnot proudu a napětí při nabíjecích a vybíjecích experimentech. Aparatura se skládá z: (i) dvou multimetrů UNI-T UT805A, které zaznamenávají hodnoty proudu a napětí do PC, (ii) elektronické zátěže, jež je schopná odebírat libovolně zvolený konstantní proud, (iii) laboratorního zdroje sloužícího k nabíjení baterie, (iv) přepínacího zařízení, které umožňuje ovládat experimenty pomocí PC, a (v) propojovacích vodičů. Na zátěži lze nastavit libovolný konstantně odebíraný proud až do maximální hodnoty 15 A, přičemž elektrický výkon na zátěži je omezen na 80 W. Laboratorní zdroj umožňuje dva různé nabíjecí režimy: nabíjení konstantním proudem a nabíjení konstantním napětím. Data z měření jsou automaticky zapisována do PC, kde následně probíhá i jejich zpracování.

Použití zařízení

Funkčním vzorkem je laboratorní sekundární baterie zinek-vzduch a měřicí aparatura pro její charakterizaci. Baterie zinek vzduch jsou vhodné pro aplikace v mobilních zařízeních nenáročných na výkon, která však vyžadují vysokou kapacitu, nízkou hmotnost, nízkou cenu a bezpečnost. Pro širokou komerční aplikaci baterií zinek-vzduch je však třeba optimalizovat jednotlivá konstrukční řešení. Konstrukce funkčního vzorku umožňuje systematicky modifikovat jednotlivé komponenty a provádět opakované nabíjení a vybíjení (elektrochemické cykly) s přesně definovaným nabíjením a zátěží. Toto je umožněno zejména výhodným modulárním charakterem konstrukce baterie. Při nabíjecích a vybíjecích experimentech se bude sledovat zejména výkon, kapacita, účinnost ukládání energie a rychlost samovybíjení.

Vlastnosti funkčního vzorku

Tab.1: Vlastnosti sekundární baterie zinek-vzduch

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Pracovní napětí | 0,9-1,0 V |
| Počáteční kapacita | 0,9 Ah |
| Coulombická účinnost | > 90 % |
| Energetická účinnost cyklu | 33-40 % |
| Výkon | 10 mA/cm ² |

Tab.2: Vlastnosti měřícího zařízení:

| | |
|--|--|
| Rozsah měřeného napětí | 0,4 až 35 V |
| Maximální nastavitelná hodnota odebrání proudu zátěží | 15 A |
| Maximální elektrický výkon na zátěži | 80 W |
| Režimy nabíjení | konstantním proudem, konstantním napětím |
| Maximální nastavitelná hodnota dodávání proudu zdrojem | 2,5 A |
| Rozhraní pro komunikaci měřících zařízení s PC | USB, RS232C |