



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**

*ÚSTAV CHEMICKÉHO INŽENÝRSTVÍ
LABORATOŘ UKLÁDÁNÍ ENERGIE*

FUNKČNÍ VZOREK

***FUNKČNÍ VZOREK - LABORATORNÍ SUPERKAPACITOR
S ELEKTRODOU NA BÁZI OXIDŮ MANGANU.***

Autor: *Ing. Jiří Maršálek
Ing. Josef Chmelař
Romana Fojtíková
doc. Dr. Ing. Juraj Kosek*

Číslo projektu: *MŠMT č. 21/2012*

Číslo výsledku: *LES-2012-02*

Odpovědný pracovník: *Ing. Jiří Maršálek*

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 superkapacitor s elektrodou na bázi oxidů manganu.

Název výsledku anglicky:

Functional specimen – Laboratory supercapacitor with manganese oxide based electrode.

Abstrakt k výsledku česky:

Prezentovaný funkční vzorek je laboratorní elektronická součástka pracující jako superkapacitor. Tato součástka se skládá z kladné elektrody, záporné elektrody a separátoru. Kladná elektroda je tvořena hliníkovou fólií s vrstvou smíšeného oxidu manganu, která byla na fólii deponována pomocí elektrorozprašovacího zařízení. Záporná elektroda je tvořena pouze hliníkovou fólií. Jako separátor elektrod byl použit filtrační papír napuštěný 1M vodným roztokem Na₂SO₄ sloužícím jako elektrolyt. Superkapacitor sestavený z jednotlivých dílů byl poté zataven do polypropylenové fólie. Aplikace funkčního vzorku spočívá v testování kapacitních vlastností za účelem jejich optimalizace. Pro tuto aplikaci je důležitá možnost rychlé a flexibilní přípravy nanostrukturovaných elektrod, což je zajištěno elektrorozprašovacím zařízením dostupným přímo na našem pracovišti.

Abstrakt k výsledku anglicky:

The presented functional specimen is a laboratory electronic device that works as a supercapacitor. The device is composed of a positive electrode, a negative electrode and a separator. The positive electrode is made from aluminum foil with a manganese oxide layer, which was deposited by an electro-spraying device. The negative electrode is made only from aluminum foil. A filter paper was used as the electrode separator. The filter paper was soaked with 1M aqueous solution of Na₂SO₄, which serves as an electrolyte. The assembled supercapacitor was heat-sealed in a polypropylene foil. The application of the functional specimen lies in the testing of capacitance properties and their optimization. Fast and flexible nanostructured electrodes preparation is necessary for this application. This capability is provided by the electro-spraying device available in our laboratory.

Klíčová slova česky:

Superkapacitor, elektrorozprašování, oxid manganičitý, elektrochemie

Klíčová slova anglicky:

Supercapacitor, electro-spraying, manganese oxide, electrochemistry

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 studium kapacitních vlastností připravovaných elektrod, což bude využito při jejich optimalizaci. Superkapacitory obecně slouží jako energetická úložiště s velmi vysokými výkony a dlouhou životností, jež se využívají v elektricky poháněných vozidlech včetně vozidel elektrické trakce.*

Technické parametry: *Superkapacitor založený na elektrodě s vrstvou oxidů manganu připravené pomocí elektrorozprašování.*

Kategorie nákladů: *výše nákladů ≤ 5 mil.*

Popis funkčního vzorku

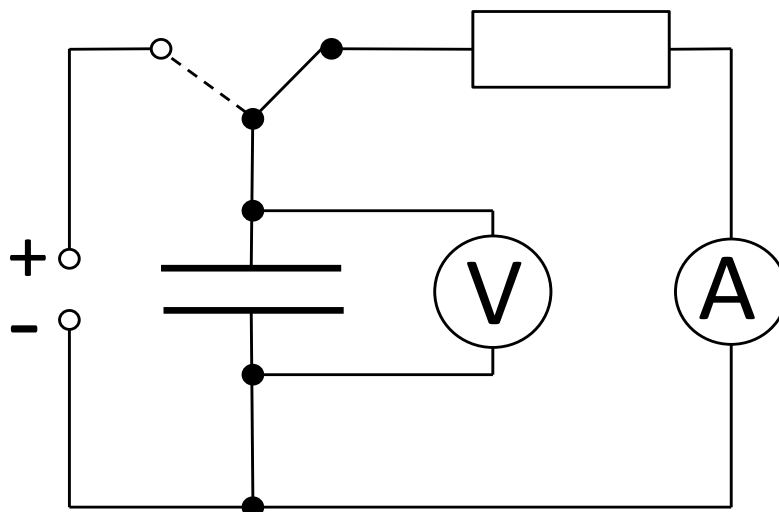
Funkční vzorek je elektronická součástka vykazující vysokou specifickou kapacitu ($> 100 \text{ F/g}$), dosahující vysokých specifických výkonů ($> 1 \text{ W/g}$) a dlouhé životnosti. Tento typ zařízení je běžně označován jako superkapacitor. Funkční vzorek se skládá z (i) kladné elektrody tvořené hliníkovou fólií, na kterou byla metodou elektrorozprašování nanášena vrstva smíšeného oxidu manganu, (ii) záporné elektrody tvořené čistou hliníkovou fólií a (iii) separátoru (filtrační papír), který je napuštěn elektrolytem (vodný roztok $1 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$).

Nanesená vrstva smíšeného oxidu manganu má kruhový tvar s průměrem $2,5 \text{ cm}$ a výšku přibližně $150 \mu\text{m}$. Jedná se o vysoce porézní vrstvu tvořenou monodisperzními sférickými nanočásticemi se střední velikostí 12 nm . Tato vrstva byla připravena rozprašováním $0,05 \text{ M}$ roztoku octanu manganatého rozpuštěného ve směsi vody, etanolu a butylkarbitolu v poměru $20:20:60 \text{ obj. \%}$. Nastavení parametrů elektrorozprašovacího zařízení bylo následující: (i) objemový průtok roztoku $250 \mu\text{l/h}$ skrze jehlu s ostrým hrotem, (ii) aplikované napětí mezi jehlou a zachytávací elektrodou se substrátem $7,5 \text{ kV}$, (iii) vzdálenost elektrod 4 cm a (iv) teplota substrátu $200 \text{ }^\circ\text{C}$. Po nanášení vrstvy byla takto připravená elektroda kalcinována v peci za teploty $300 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 3 hodin. Poté byl sestaven sendvičový článek, jenž byl zapojen do elektrického obvodu (Obr. 2) umožňujícího jeho cyklické nabíjení a vybíjení, které slouží k elektrochemické oxidaci vrstvy na MnO_2 . Po 500 cyklech byla elektroda s vrstvou vysušena a použita ke konstrukci superkapacitoru.

Připravená elektroda byla složena v sendvičové formě se separátorem a protielektrodou (čistou hliníkovou fólií) a zalisována do polypropylenové fólie. Elektrolyt (1 M vodný roztok Na_2SO_4) byl injekčně vstříknut tak, aby bylo dosaženo maximálního zvlhčení separátoru bez přítomnosti vzduchových bublin. Takto sestavený článek byl charakterizován pomocí multimetru (viz. tabulka s údaji). Dalšími možnostmi jak testovat vyrobený superkapacitor je elektrochemické cyklování na námi sestaveném obvodu či pomocí cyklické voltametrie. Obě metody byly též použity a výsledné specifické kapacity (130 až 150 F/g) jsou ve shodě s výsledky multimetru.



Obr. 1. Nanesená vrstva smíšených oxidů manganu na hliníkové fólii (vlevo) a sestavený superkapacitor zatavený ve fólii (vpravo).



Obr. 2. Elektrický obvod sloužící k cyklickému nabíjení a vybíjení elektrody s vrstvou směsných oxidů manganu.

Použití zařízení

Funkční vzorek je laboratorní superkapacitor, jehož kladná elektroda je tvořena hliníkovou fólií, na kterou byla elektrorozprašováním nanesená vrstva směsného oxidu manganu. Toto zařízení dosahuje při svých malých rozměrech (průměr 2,5 cm) vysokých kapacit (30 mF) a je schopno dosahovat vysokých výkonů. Použití funkčního vzorku leží ve studiu jeho elektrochemických vlastností, což poskytne údaje zásadní pro další vývoj a optimalizaci superkapacitorů s elektrodami na bázi oxidů manganu. Tento typ zařízení nachází aplikace v signálových RC filtrech a také v elektřinou poháněných vozidlech (včetně vozidel elektrické trakce), kde je pro akceleraci potřeba vysoký výkon. Pro umožnění komerční aplikace vyvinutého zařízení je nutné optimalizovat konstrukční řešení tak, aby bylo dosaženo vysokých kapacit společně s vysokým pracovním napětím (> 2.5 V) a zachovat nízkou ekonomickou náročnost přípravy.

Vlastnosti zařízení

Pracovní napětí	0,4 V
Specifická kapacita (vztaženo na gram oxidu manganu)	150 F/g
Kapacita	30 mF
Vnitřní odpor	115 Ω
Elektrolyt	Vodný roztok 1M Na ₂ SO ₄