

Technická zpráva – Funkční vzorek

Autoři: Přemysl Richtř, Petr Mazúr, Jaromír Pociď

Název česky: Laboratorní článek průtočné baterie zinek-vzduch

Název anglicky: Laboratory cell of zinc-air flow battery

Klíčová slova česky: Průtočná baterie, zinek-vzduch

Klíčová slova anglicky: Flow battery, zinc-air

Abstrakt česky:

Prezentovaný funkční vzorek popisuje stacionární uložičtř na bázi systému zinko-vzduchové průtočné baterie. Ve funkčním vzorku je popsán konstrukce zařičení a je popsáno fungování uložičtř energie za zvolených provozních podmínek.

Abstrakt anglicky:

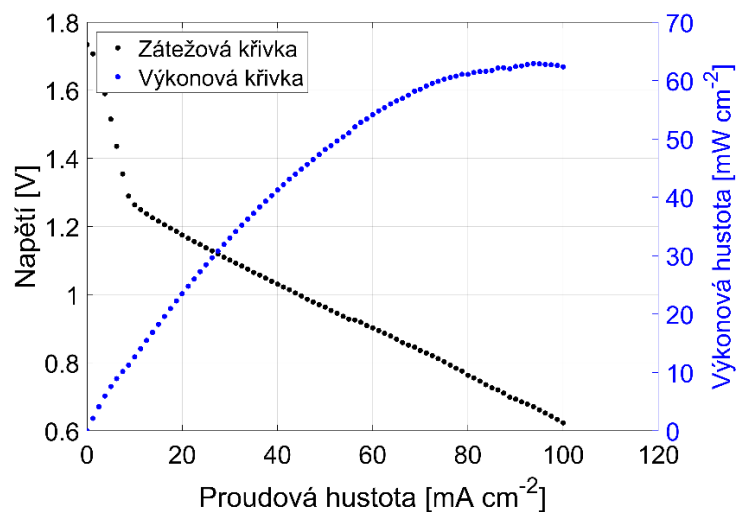
The presented functional specimen describes a stationary storage based on zinc-air flow battery. The functional specimen describes the construction of device and summarizes the overall behavior of the energy storage system under the selected operational conditions.

Popis funkčního vzorku:

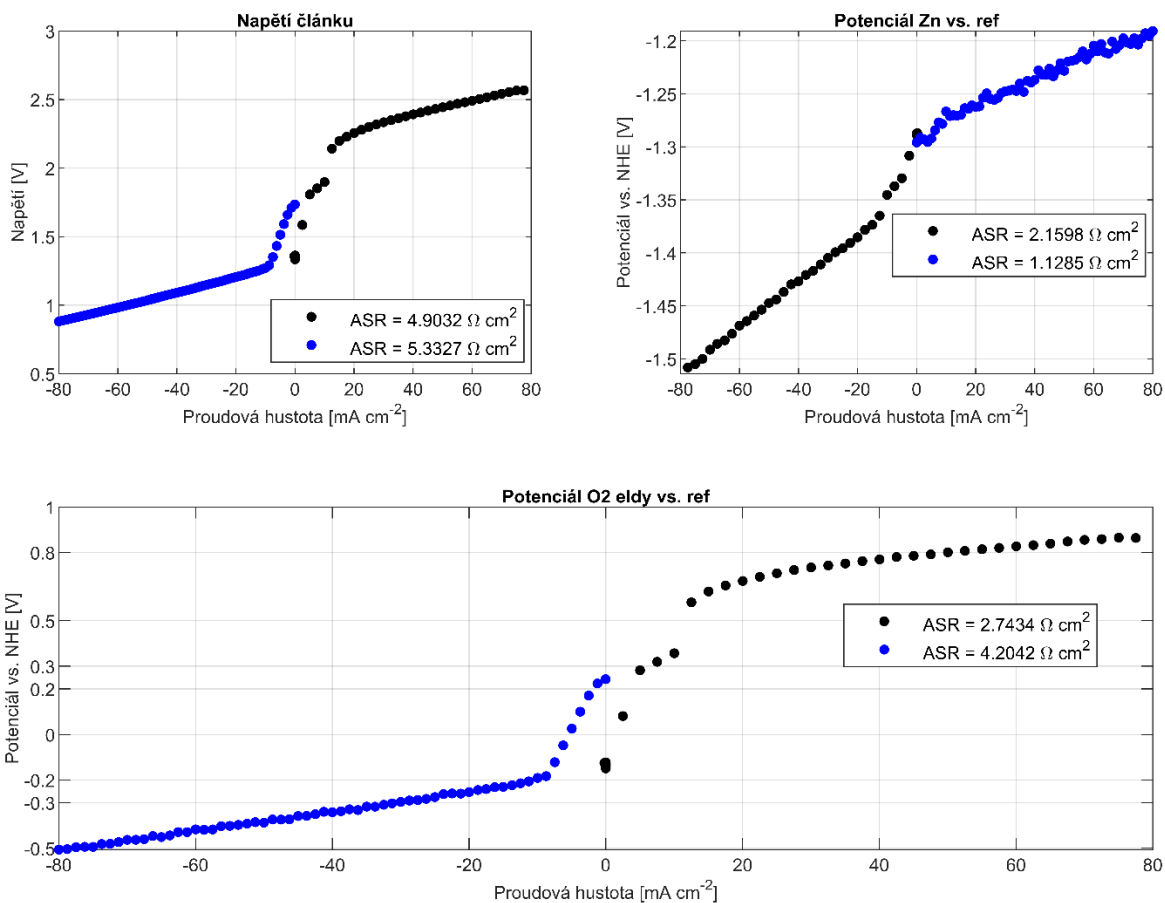
Funkční vzorek zinko-vzduchové průtočné baterie obsahuje následující komponenty: hliníkové koncové desky, měďné proudové sběrače, ploché elastomerní těsnění, distribuční rámečky z polyvinylchloridu, substrát pro depozici zinku, vzduchová anoda, statický míšič, separátor elektrod, vzduchová katoda, kompozitní deska s rozvodným polem pro vzduch a referenční elektrody Hg/HgO umístěné na výstupní větvi ze zinkové části. Jako substrát pro depozici je použita komerčně dostupná uhlíková kompozitní deska PPG 86 (výrobce Eisenhuth). Článek je provozován tří elektrodově, kdy jedna elektroda je pro depozici (nabíjení) a rozpouštění (vybíjení) kovového zinku, druhou elektrodou je vzduchová anoda pro vývoj kyslíku, na které dochází k vývoji kyslíku během nabíjení a třetí elektrodou je vzduchová katoda, která slouží k redukci kyslíku během vybíjení. K přepínání mezi oběma kyslíkovými elektrodami slouží speciální relé, vyrobeno v rámci naší skupiny. Jako vzduchová anoda pro vývoj kyslíku je použit niklový tahokov a jako vzduchová katoda pro redukci vzduchu se používá komerční plynově difuzní vrstva (výrobce Sigracet) s nanesenou vrstvou platinového katalyzátoru PTFE pojivem. Do kompozitní desky kladného poločlánku je vyfrézováno serpentinové rozvodné pole. Nosným elektrolytem je 8 mol dm⁻³ hydroxidu draselného v němž je rozpuštěno 0,7 mol dm⁻³ zinečnanových iontů. Zde prezentované experimenty byly prováděny pomocí potenciostatu/galvanostatu SP-300 od f. BioLogic.

Průtok elektrolytu byl 80 ml min⁻¹, což odpovídá mezivrstvé rychlosti prodění 0,6 cm/s. Do článku je z tlakové láhve přiváděn technický vzduch o průtoku 200 ml min⁻¹. Článek je provozován při konstantní teplotě 20 °C. Při těchto podmínkách bylo dosaženo maximální vybíjecí výkonové hustoty přes 60 mW cm⁻² při proudové hustotě 80 mA cm⁻², viz Obrázek 1.

Zátěžové křivky zinko-vzduchové průtočné baterie pro nabíjení a vybíjení jsou ukázána na Obrázku 2. Z grafu je patrná významná aktivační polarizace obou dějů, která je způsobena polarizací obou vzduchových elektrod. V tabulce 1 jsou shrnuty parametry systému, účinnosti jsou uvedeny pro galvanostatické cyklování pro nabíjecí proudovou hustotu 80 mA cm⁻² do dosažení náboje 1800 C a vybíjecí proudovou hustotu 50 mA cm⁻² do napětí článku 0,3 V. Na obrázku 3 je vidět průběh napětí článku během galvanostatického cyklování a jednotlivé účinnosti v závislosti na cyklu.

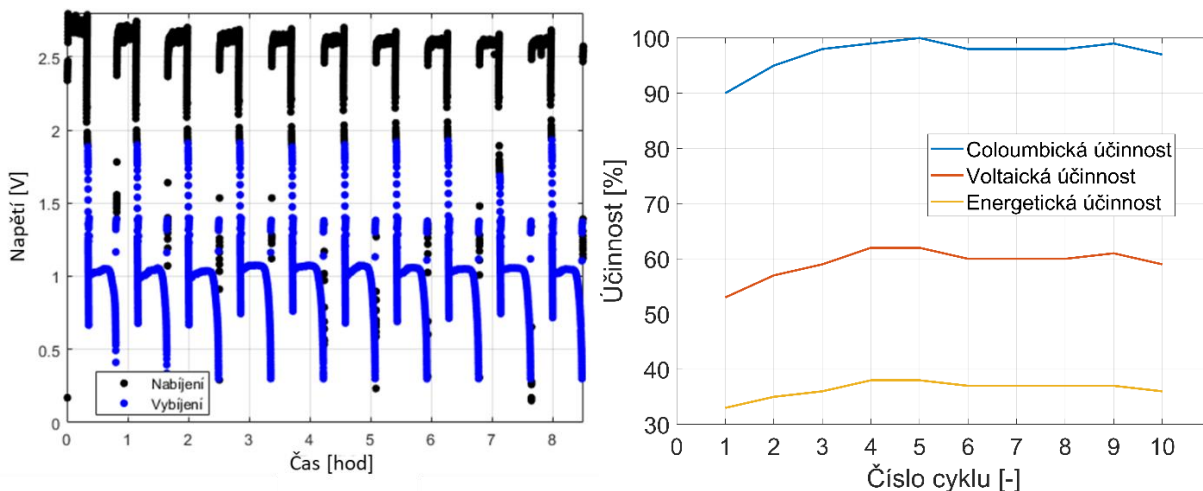


Obrázek 1: Zátěžová a výkonová křivka zinko– vzduchové průtočné baterie. Podmínky experimentu: rychlost nárůstu proudu $2,5 \text{ mA s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$, průtok vzduchu 200 ml min^{-1} , průtok elektrolytu 80 ml min^{-1} , elektrolyt 8 M KOH , v němž je rozpuštěno $0,7 \text{ M}$ zinečnanových iontů, teplota $20 \text{ }^\circ\text{C}$.



Obrázek 2: Zátěžové křivky zinko– vzduchové průtočné baterie s průběhy napětí (pravý horní obrázek), potenciálu zinkové elektrody (levý horní obrázek) a potenciálu vzduchových elektrod

(spodní obrázek). Pro všechny tyto zátěžové křivky jsou vyhodnocené plošné odpory (z anglického area specific resistance ASR) pro jednotlivé děje: nabíjecí křivka (černá), vybíjecí křivka (modrá). Podmínky experimentu: rychlost nárůstu proudu $2,5 \text{ mA s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$, průtok vzduchu 200 ml min^{-1} , průtok elektrolytu 80 ml min^{-1} , elektrolyt 8 M KOH , v němž je rozpuštěno $0,7 \text{ M}$ zinečnanových iontů, teplota $20 \text{ }^\circ\text{C}$.



Obrázek 3: a) Vývoj napětí článku během galvanostatického cyklování pro nabíjení (černé křivky), vybíjení (modré křivky); b) průběh složek účinnosti během galvanostatického cyklování zinko-vzduchové průtočné baterie. Podmínky experimentu: proudová hustota nabíjení 80 mA cm^{-2} do dosažení náboje 1800 C , proudová hustota vybíjení 50 mA cm^{-2} , průtok vzduchu 200 ml min^{-1} , průtok elektrolytu 80 ml min^{-1} , elektrolyt 8 M KOH v němž je rozpuštěno $0,7 \text{ M}$ zinečnanových iontů teplota $20 \text{ }^\circ\text{C}$, vybíjení je ukončen při dosažení hodnoty napětí článku $0,3 \text{ V}$.

Tabulka 1: Parametry průtočného článku zinko-vzduchové baterie.

Systém	Koncentr.e aktivní látky negolytu	Teor. vol. kapacita	OCV	Teor. hustota energie	ASR vybíjení	ASR nabíjení	Coloumb. účinnost	Volta. účinnost	Energeti cká účinnost
jednotky	M	Ah/l	V	Wh/l	$\Omega \text{ cm}^2$	$\Omega \text{ cm}^2$	%	%	%
Zn-vzduch	0,7	37,5	1,48	55	5,3	4,9	97	59	36

Poděkování

„Tento funkční vzorek byl vytvořen se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA.“

T A

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA.

Č R

www.tacr.cz

Výzkum užitečný pro společnost.

Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu–projekt A1_FCHI_2022_005 and A2_FCHI_2022_037.