

Technická zpráva – Funkční vzorek

Autoři: Jiří Charvát, Petr Mazúr, Jaromír Pocedič

Název česky: Palivový článek a průtočný elektrolyzér vanad-kyslík pro stacionární ukládání energie

Název anglicky: Vanadium-oxygen fuel cell and flow electrolyser for stationary energy storage

Klíčová slova česky: Elektrolyzér, palivový článek, vanad-vzduch

Klíčová slova anglicky: Electrolyser, fuel cell, vanadium-air

Abstrakt česky:

Prezentovaný funkční vzorek popisuje stacionární uložení na bázi vanadu, které se skládá z palivového článku a průtočného elektrolyzéra vanad-vzduch. Ve funkčním vzorku je popsána konstrukce obou zařízení a je popsáno fungování uložení energie za zvolených provozních podmínek.

Abstrakt anglicky:

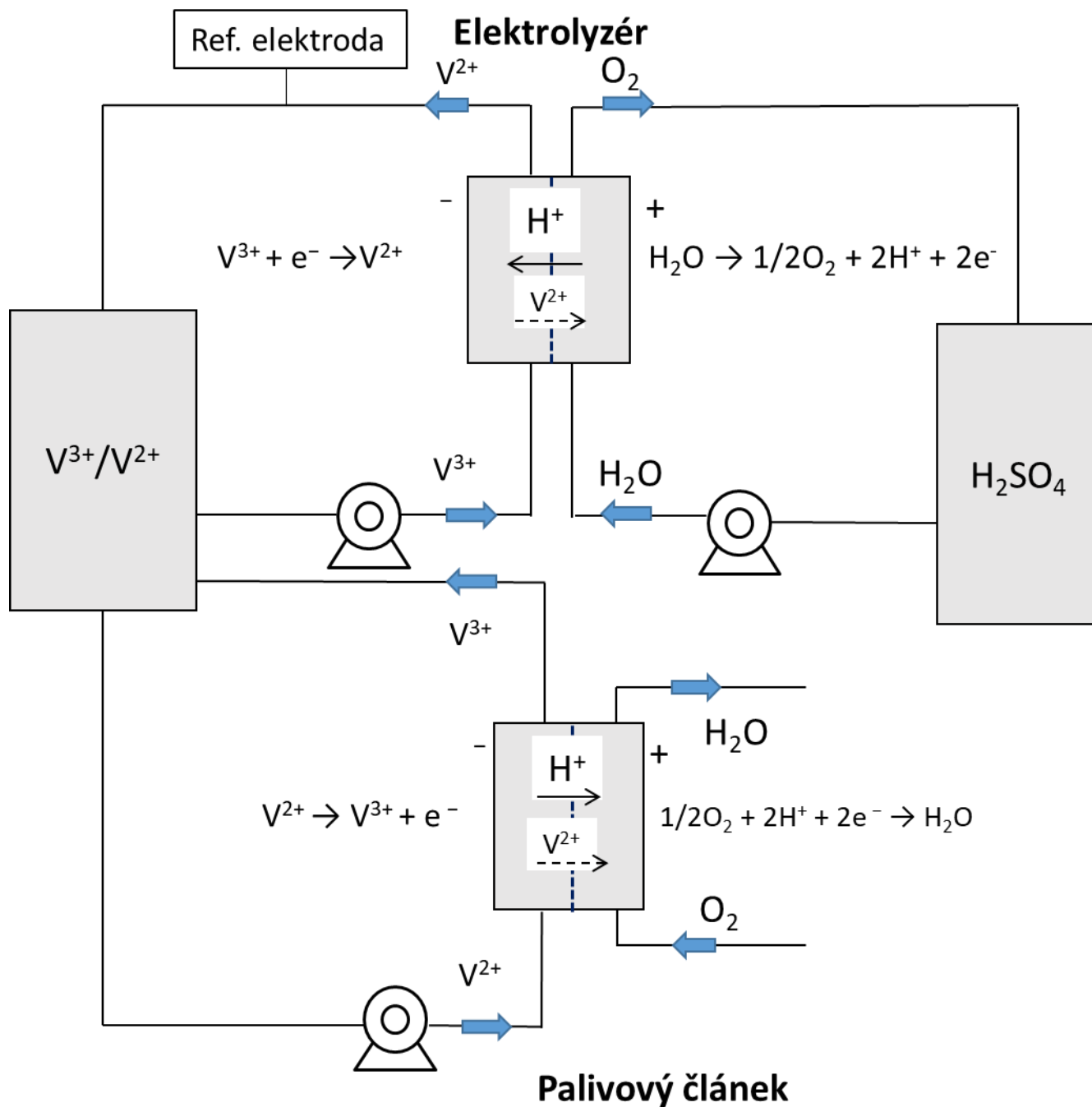
The presented functional specimen describes a stationary vanadium-based storage system consisting of a vanadium-air fuel cell and a flow electrolyser. The functional specimen describes the construction of both devices and summarizes the overall behaviour of the energy storage system under the selected operational conditions.

Popis funkčního vzorku:

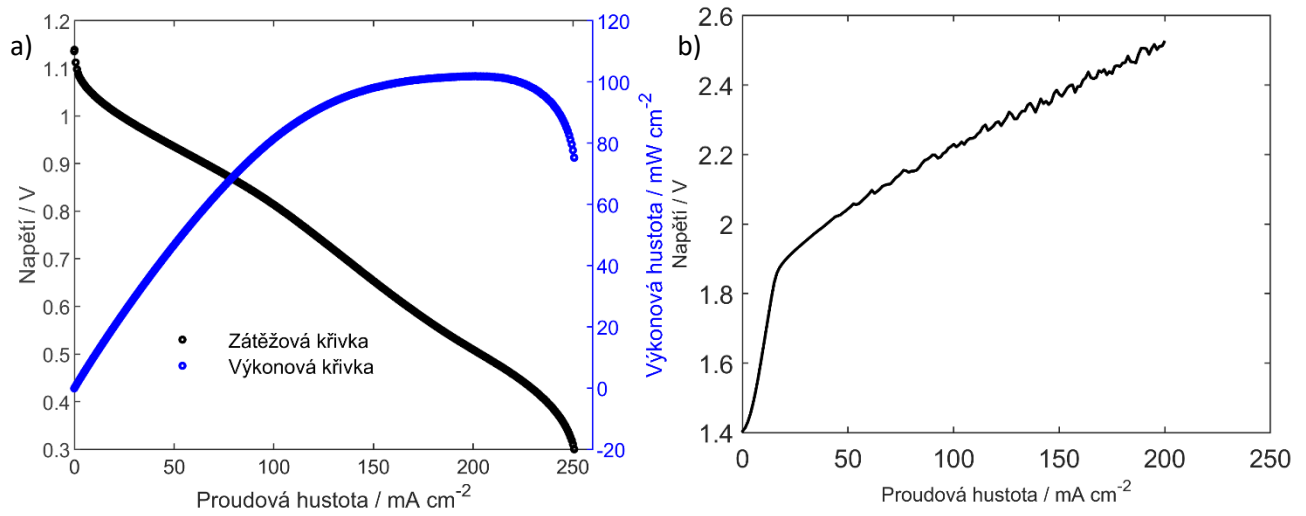
Stacionární uložení na bázi vanadu se skládá z palivového článku a průtočného elektrolyzéra vanad-kyslík. Schéma zapojení je ukázáno na Obrázku 1. Palivový článek se skládá z následujících komponent: hliníkové koncové desky, měděné proudové sběrače, ploché elastomerní těsnění, distribuční rámečky z polyvinylchloridu, iontově výměnná membrána F1050 (výrobce Fumatech) a kompozitní desky PPG 86 (výrobce Eisenhuth). Grafitová plstěná elektroda z polyakrylonitrilového prekurzoru (5 mm tlustá) funguje jako elektroda v záporném poločlánku obou zařízení, kde dochází k redukci (elektrolyzér) resp. oxidaci (palivový článek) iontů vanadu (V^{3+}/V^{2+}). V případě palivového článku je pro redukci vzdušného kyslíku v kladném poločlánku použita plynově difuzní elektroda na bázi uhlíkové tkaniny s katalytickou vrstvou s platinovým katalyzátorem o navázce 0.5 mg cm^{-2} (60 hm. % platinových nanočástic nanesených na nosiči z uhlíkových sazí, výrobce FuelCellsEtc). Do kompozitní desky kladného poločlánku je vyfrézováno serpentinové rozvodné pole (kanálky o průřezu $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ a šířce žeber mezi jednotlivými kanálky 1 mm). Konstrukce elektrolyzéra je velmi podobná konstrukci palivového článku, rozdílný je pouze kladný poločlánek, kde je k vývoji kyslíku použita titanová elektroda (plochý plech a tahokov), která je potažena směsným oxidem iridia a tantalu (výrobce WG limited). Komerční vanadový elektrolyt od firmy GfE obsahuje 1.6 mol dm^{-3} vanadu, 2 mol dm^{-3} H_2SO_4 a 0.3% H_3PO_4 . Protielektrolyt elektrolyzéra obsahuje 2 mol dm^{-3} H_2SO_4 . Zátěžová a výkonová křivka palivového článku při $40 \text{ }^\circ\text{C}$ a ve stavu nabití vanadového elektrolytu 50% a průtoku technického vzduchu 200 ml min^{-1} je ukázána na Obrázku 2a. S palivovým článkem byla při proudové hustotě 200 mA cm^{-2} dosažena výkonová hustota 103 mW cm^{-2} .

Zátěžová křivka elektrolyzéra je ukázána na Obrázku 2b. Z grafu je patrná významná aktivační polarizace elektrody pro vývoj kyslíku.

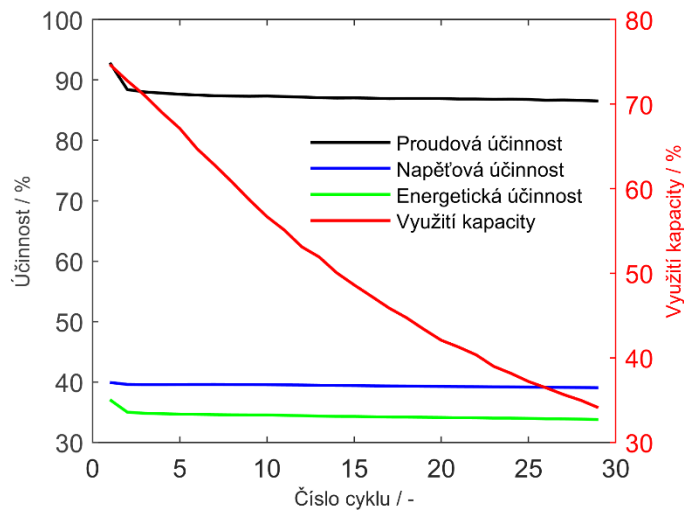
Jednotlivé účinnosti vyhodnocené ze simulovaného nabíjení a vybíjení systému při konstantní proudové hustotě 50 mA cm^{-2} a teplotě $40 \text{ }^\circ\text{C}$ jsou shrnuty na Obrázku 3. Coulombická účinnost cyklu dosahuje 87 %, napěťová účinnost 39 %, z čehož plyne celková energetická účinnost 34 %. Během 30 cyklů pokleslo využití kapacity z výchozí hodnoty 75 % na 35 %.



Obrázek 1: Schéma zapojení palivového článku vanad-vzduch a průtočného elektrolyzéry vanad-kyslík



Obrázek 2: a) Zátěžová a výkonová křivka pro palivový článek vanad-vzduch b) zátěžová křivka elektrolyzéro vanad-kyslík



Obrázek 3: Průběh složek účinnosti a využití teoretické kapacity během galvanostatického cyklování palivového článku a elektrolyzéro vanad-kyslík

Poděkování

„Tento funkční vzorek (TK02030001-V16) byl vytvořen se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu théta, projekt TK02030001.“



Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt A1_FCHI_2021_004 a A2_FCHI_2021_015