



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**

*ÚSTAV CHEMICKÉHO INŽENÝRSTVÍ
LABORATOŘ UKLÁDÁNÍ ENERGIE*

FUNKČNÍ VZOREK

FUNKČNÍ VZOREK KOMPOZITNÍ DESKY

(TA04011373-2016V001)

Autor: *Ing. Jiří Vrána (VŠCHT Praha)*
Martin Pecha (VŠCHT Praha)
Ing. Jan Dundálek (NTC ZČU Plzeň)
Ing. Jaromír Pociď, Ph.D. (VŠCHT Praha)
Ing. Petr Mazúr, Ph.D. (NTC ZČU Plzeň)
doc. Dr. Ing. Juraj Kosek (VŠCHT Praha)
Ing. Zdenka Černá (TIÚ-PLAST, a.s.)

Číslo projektu: *TA04011373*

Číslo výsledku: *LES-2016-01*

Odpovědný pracovník: *Ing. Jiří Vrána*

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

Vedoucí ústavu: *Prof. Ing. Michal Příbyl, Ph.D.*

PRAHA, ČERVENEC 2016

Jazyk výsledku: CZE

Hlavní obor: CI

Uplatněn: ANO

Název výsledku česky:

Funkční vzorek - Kompozitní deska

Název výsledku anglicky:

Functional specimen – Composite plate

Zadání z návrhu projektu TAČR ALFA TA04011373:

Výsledkem je funkční vzorek vodivé desky s následujícími vlastnostmi:

- Rezistivita pod 200 mikroOhm.m (ve směru kolmém na plochu desky).
- Tloušťka desky optimálně v rozmezí 5,0 - 0,5 mm.
- Rozměr desky 20 x 20 cm.

Na výstupu se budou podílet všechna pracoviště.

Abstrakt k výsledku česky:

Představujeme funkční vzorek elektricky vodivé kompozitní desky pro aplikaci v oblasti elektrochemických uložišť energie. Výsledný materiál kombinuje dobrou zpracovatelnost a mechanické vlastnosti polymerní matrice s elektrickou vodivostí uhlíkových plniv. Desky byly připraveny lisováním kompozitního granulátu s optimalizovaným složením z hlediska obsahu a vlastností polymerní matrice a uhlíkových plniv. Tloušťku kompozitní desky je možné nastavit pomocí lisovacího rámu v rozmezí 1 – 5 mm. Desky vykazují dostatečně nízké hodnoty rezistivity (pod 0,2 mOhm m) a dobré mechanické vlastnosti. Funkčnost desek byla ověřena v laboratorním monočlánku vanadové redoxní průtočné baterie, přičemž byly pozorovány výsledky zcela srovnatelné s komerční kompozitní deskou.

Abstrakt k výsledku anglicky:

The presented functional specimen represents the electrically conductive composite plate for the application in energy storage technology. The resulting material combines good processability and mechanical properties of the polymer matrix with the electric conductivity of carbon-based fillers. Composite plates were prepared by compression moulding of the composite granulate optimized with respect to the content and properties of polymeric matrix and carbon-based fillers. The thickness of the plate was adjusted by moulding frame in the range of 1 – 5 mm. The composite plates show sufficiently low resistivity (lower than 0.2 mOhm m) and good mechanical properties. Composite plates were successfully tested in lab-scale vanadium redox flow battery single cell and the resulting parameters were fully comparable with commercially available plates.

Klíčová slova česky:

Kompozitní deska, grafit, polypropylen, průtočné baterie

Klíčová slova anglicky:

Composite plate, graphite, polypropylene, flow batteries

Vlastník výsledku:

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze jako hlavní vlastník, na tomto výsledku se rovným dílem podílely a spoluvlastníky tedy jsou VŠCHT Praha, TIÚ-PLAST, a.s., a ZČU Plzeň.

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: *Elektricky vodivé kompozitní desky jsou zásadní komponentou bateriového svazku průtočných baterií pro stacionární ukládání elektrické energie. Představené řešení umožňuje významné snížení výrobních nákladů, čímž podstatně zvyšuje komerční potenciál technologie průtočných baterií. Cena surovin je nižší než 350 Kč/m² kompozitní desky, přičemž tržní cena srovnatelného komerčního produktu přesahuje 9 000 Kč/m².*

Technické parametry: *Kompozitní deska vykazuje měrný odpor nižší než 0,2 mOhm m a mechanické vlastnosti dostatečné pro aplikaci v průtočných bateriích.*

Kategorie nákladů: *výše nákladů ≤ 5 mil. Kč.*

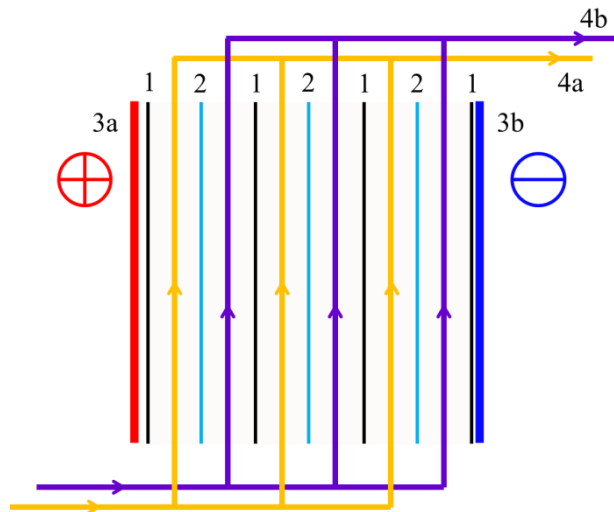
ALFA 4 č.TA04011373 - Pokročilé vodivé kompozitní materiály a výrobky

(technicky realizované výsledky - prototyp, funkční vzorek v 07/2016)

Popis funkčního vzorku

Funkční vzorek elektricky vodivé kompozitní desky byl vyvinut v rámci projektu TA04011373 ve spolupráci s dalšími členy řešitelského týmu, jmenovitě TIÚ Plast a Západočeskou univerzitou v Plzni.

Využití kompozitní desky je předpokládáno především v systémech elektrochemických konvertorů energie (průtočné baterie, palivové články), kde slouží k oddělení jednotlivých elektrochemických článků bateriového svazku v bipolárním uspořádání, viz Obr. 1. Základními požadavky kladenými na materiál kompozitních desek jsou vysoká vodivost, dostatečné mechanické vlastnosti, chemická a elektrochemická odolnost. Zvolená kombinace matrice termoplastického polymeru a uhlíkových plniv na bázi grafitu a uhlíkových sazí umožňuje připravit kompozitní výrobky o vysoké elektrické vodivosti a dobré zpracovatelnosti za využití standardních zpracovatelských technologií.



Obr. 1 Schématické znázornění svazku průtočné baterie: 1 – kompozitní bipolární desky, 2 – iontově výměnná membrána, 3 – proudový sběrač kladné (a) a záporné (b) koncové elektrody, 4 – kladná (a) a záporná (b) větev elektrolytického obvodu.

Způsob přípravy granulátu a kompozitních desek

Složení kompozitního granulátu bylo optimalizováno s ohledem na vlastnosti a obsah jednotlivých složek s cílem dosáhnout dostatečné vodivosti při co nejnižším plnění kompozitu. K tomu byl využit laboratorní hnětač Plasticorder Brabender PL2000 s komorou W50H na pracovišti spoluřešitele (TIÚ Plast). Optimalizovaný granulát měl následující složení:

- i) Polymerní matrice polypropylen o indexu toku taveniny v rozmezí 0 – 20 g/10 min (měřeno při 230 °C, 2,16 kg)
- ii) Plnivo na bázi grafitových částic o velikosti částic v rozmezí 2 – 50 μm . Optimalizovaný obsah grafitu ve vzorku byl v rozmezí 50 – 80 hm. %
- iii) Plnivo na bázi uhlíkových sazí o měrném povrchu v rozmezí 50 – 800 m^2/g . Optimalizovaný obsah sazí ve vzorku byl v rozmezí 2 – 20 hm. %.

Tvarování kompozitních desek bylo prováděno lisováním granulátu ve formě pomocí laboratorního temperovaného lisu Landou – Pfalz. Byla vyvinuta metoda lisování vzorků. Byly navrženy a vytvořeny lisovací formy, umožňující přípravu kompozitních desek různých tloušťek v rozmezí 1 – 5 mm.

Vlastnosti kompozitních desek

Vlastnosti vyvinuté kompozitní desky jsou uvedeny v Tab. 1. Ve srovnání s komerčně dostupným materiálem (PPG 86 od Eisenhuth) vyvinutá deska o významně nižším obsahu uhlíkových plniv vykazovala hodnoty elektrické vodivosti ve směru podélném i příčném k rovině desky dostatečně vysoké pro zamýšlenou aplikaci ve vanadové redoxní průtočné baterii. Testováním vyvinuté desky v laboratorním článku VRFB bylo dosaženo výsledků plně srovnatelných s výše zmíněnou komerční deskou, jak dokládají Obr. 2 a Obr. 3. Nízký obsah plniv a cenová dostupnost jednotlivých složek jsou předpokladem dobré zpracovatelnosti granulátu běžnými průmyslovými metodami. Výsledný materiál vykazuje vysokou míru přidané hodnoty, což dokládá srovnání materiálových nákladů složek granulátu (350 Kč/m² kompozitní desky) s tržní cenou srovnatelného komerčního produktu (více než 9 000 Kč/m²).

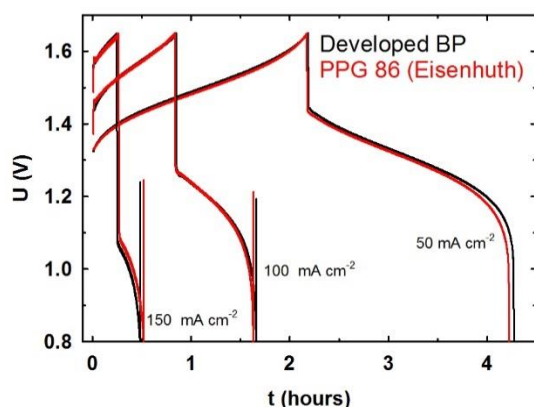
Tab. 1: Vlastnosti vyvinuté kompozitní desky – srovnání s komerční deskou.

Označení	Celkový obsah C (hm.%)	Rezistivita ^a (mOhm m)	Rezistivita ^b (mOhm m)	Účinnost v VRFB ^c
Vyvinutá deska	75	0,18	1,0	71,5%
PPG 86 (Eisenhuth)	86	0,20	0,6	71,7%

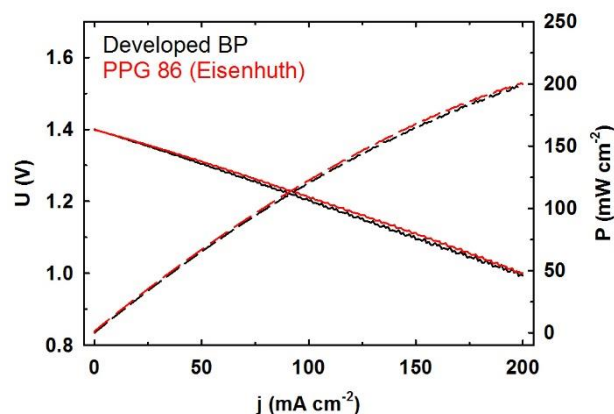
^aMěření v podélném směru metodou Van der Pauw¹

^bMěření v příčném směru při 7 MPa (1000 psi) s vloženými uhlíkovými plstmi.

^cNabíjecí-vybíjecí cyklus při konstantní proudové hustotě 100 mA cm⁻².



Obr. 2: Nabíjecí-vybíjecí křivky monočlánku VRFB s vyvinutou kompozitní deskou – srovnání s komerční deskou.



Obr. 3: Zátěžové vybíjecí křivky monočlánku VRFB s vyvinutou kompozitní deskou – srovnání s komerční deskou.

Literatura:

1. van der Pauw, A method of measuring specific resistivity and Hall effect of discs of arbitrary shape.pdf. 1958.