

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího
 bakalářské práce

posudek oponenta
 diplomové práce

Autor/ka:

Martin Vaněk

Název práce:

**Optimization of the Performance of Fuel Cell Stacks
Using an Ultrasonic Humidifier.**

Studijní program a obor:

Fyzika, Fyzika

Rok odevzdání:

2022

Jméno a tituly vedoucího/opponenta:

RNDr. Michal Václavů, Ph.D.

Pracoviště:

Katedra fyziky povrchů a plazmatu

Kontaktní e-mail:

michal.vaclavu@gmail.com

Odborná úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:

Autor se v této práci věnuje charakterizaci svazku nízkoteplotních palivových článků typu „open cathode“ s protonově vodivou membránou. Seznámil se sestavováním svazku a následně s jeho charakterizací v různých provozních podmínkách, testoval vliv zejména provozní teploty, průtoku vzduchu přes katodu, které zároveň funguje jako chlazení s cílem zjistit optimální provozní podmínky a získat podklady pro návrh případného automatického řídicího systému. A dále otestoval funkci metody zvlhčování pomocí ultrazvukového generátoru vodní mlhy.

Je zřejmé, že čas a prostor dostupný řešiteli k experimentálnímu řešení v rámci řešení bakalářské práce není zcela dostatečný, aby umožnil pojmut problematiku v nezbytném komplexním rozsahu, kterou studium palivových článků a souvisejícího zvlhčování a optimalizace parametrů pro vybranou aplikační oblast vyžaduje.

Autor si s problematikou dobře poradil, oceňuji zejména pečlivé statistické zpracování naměřených hodnot, neboť v případě omezeného experimentálního času nebylo vždy možné získat ideální data.

Vypracovaná práce vyloženě vybízí k případnému pokračování a podrobnějšímu studiu a předmětné problematiky v širším a ucelenějším rozsahu a doplnění částí, na které v této práci nezbyl prostor.

Připomínky:

- Určování tepelných ztrát z aktuálního měřeného elektrického výkonu palivového článku, podle vzorce (1.2) v kapitole 1.4 je šikovní způsob, jak nepřímo určovat produkované teplo ze snadno měřitelných veličin (elektrický proud a aktuální napětí svazku palivových článků). Zde si autor zvolil, že bude používat hodnotu $U_{\max} = \text{cca } 1,48 \text{ V}$ pro další výpočty jako konstantu.

To se dá akceptovat, ovšem pro důsledný popis je potřeba si uvědomit, že tato hodnota (termoneutrální napětí reakce vodíku s kyslíkem v plynném stavu) je vztažena ke standardním podmínkám tj. zejména pro teplotu 25°C a situaci, kdy je produktem reakce voda ve stavu kapalném (odpovídá změně enthalpie $-285,8 \text{ kJ/mol}$), používá se termín „higher heating value, HHV“. Ovšem pokud je vzniklá voda jako produkt v plynném stavu, je tato hodnota enthalpie už jen $-241,8 \text{ kJ/mol}$ (rozdíl cca 44 kJ/mol odpovídá právě vypařovacímu teplu vody), a označuje se někdy jako „lower heating value, LHV“. A dále je tato hodnota závislá na teplotě.

Co se týká poznámky pod čarou 4 – zde bych volil formulaci opatrněji, protože napětí odpovídající slučovací enthalpii by se na cele teoreticky nikdy objevit nemělo – maximální teoretické napětí cely je (v reverzibilním systému, tj. beze ztrát) určeno změnou Gibbsovy volné energie a pro předmětnou reakci při vznikající kapalně vodě je při 25°C toto maximální teoretické elektrické napětí rovno $1,23 \text{ V}$ (odpovídá hodnotě $-237,2 \text{ kJ/mol}$).

Pokud bude voda opouštět palivový článek s otevřenou katodou v plynném stavu, což bych očekával ve většině případů, hodilo by se při výpočtu produkce tepla použít spíše hodnotu $U_{\max} = 1,25 \text{ V}$ (tj. odpovídající LHV).

- Je škoda, že se autor neuvádí příkon použitého ultrazvukového elementu, není možné dobře posoudit, jaký je celkový přínos tohoto způsobu zvlhčování – tj. jakého zvýšení výkonu by tento způsob umožnil po odečtení vlastní spotřeby.
- Postrádám uvedení hodnot teploty okolního vzduchu a jeho vlhkosti definující okolní prostředí palivového článku, které je v tomto případě zřejmě velmi podstatné z hlediska reprodukovatelnosti experimentu.
- Obrázek 2.8. – v názvu: “VA characteristics” - nekonzistentní označení se zbytkem práce,
- Obrázek 2.5 to 2.7 : příliš mále popisky os ve vložených grafech
- str.26, odst.1: jednotky u " Prad $\approx 40 \text{ W} \cdot \text{s}^{-1}$ "

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Určete/odhadněte, kolik vody vzniká z reakce vodíku s kyslíkem při provozu Vámi testovaného svazku palivových článků v typickém pracovním bodě (např. $j=0,3 \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$, svazek 20 cel, aktivní plocha jedné cely 100 cm^2) a porovnejte tuto hodnotu s množstvím vody, kterou dodával ultrazvukový zvlhčovací systém při experimentu a případně kolik vody obsahuje.

Jak očekáváte, že by studovaný palivový článek (nebo obdobný) pracoval za jiných atmosférických podmínek – tj. např. v chladném počasí, kdy je okolní teplota např. $5 \text{ }^\circ\text{C}$, relativní vlhkost vzduchu 50% a naproti tomu za letního horka, kdy je teplota vzduchu $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (a stejná relativní vlhkost)

Námět do diskuze: princip funkce ultrazvukového zvlhčovače z pohledu energetické bilance. V jakém stavu se nachází voda (umělá „mlha“), která je vytvořena činností zvlhčovače? Z jaké části je ve formě drobných kapiček a z jaké části ve formě páry? Je pozorovatelný, resp. bylo by možné využít chladicí efekt této umělé mlhy v případě, kdy se část vody ve formě kapiček (tj. v kapalném stavu) následně vypaří?

Můžeme předpokládat hodnotu měrného skupenského tepla vypařování vody za pokojové teploty cca $2400 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$, kontinuální vypařování např. 150 g vody za hodinu tedy vyžaduje výkon 100 W při 100% účinnosti. Pro srovnání u namátkově vybraného komerčního produktu ultrazvukového zvlhčovače s množstvím „uvolňované“ vody 150 g/hod výrobce udává příkon 21 W).

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: V Praze 2.9.2022

Václav