

## Posudek bakalářské práce Jana Soukupa

### Impedanční spektra kompozitních polymerních membrán

---

Bakalářská práce je zaměřena na charakterizaci protonově vodivých membrán pro palivové články pomocí impedanční spektroskopie. Hlavním cílem práce je evaluace jednoduché metody, která umožní charakterizaci polymerní membrány pomocí měření impedančního spektra.

Práce je celkem členěna na sedm kapitol. V úvodní kapitole autor uvádí příklady využití palivových článků a stanovuje cíle této práce.

V úvodu druhé kapitoly se autor zabývá využitím odpadního tepla při chodu palivového článku, dále pak uvádí rozdělení palivových článků na vysokoteplotní a nízkoteplotní včetně jejich výhod a nevýhod. Dle mého názoru by zde bylo vhodné spíše uvést, co je palivový článek, jaké je jeho využití. První podkapitola druhé části se zabývá principem vodíkových palivových článků, druhá podkapitola principem metanolových palivových článků. V druhé podkapitole autor uvádí několik možností výroby zemního plynu, bylo by vhodné zde také uvést způsoby výroby metanolu. Obrázek 2 není příliš vypovídající, bylo by potřeba přepsat anglické názvy na české, jako v ostatních případech.

Třetí kapitola se zabývá komponenty palivových článků. V úvodu kapitoly autor řeší problematiku skladování pracovních plynů, zvlhčování paliva, monitorování teploty uvnitř palivového článku nebo software pro řízení palivového článku, což by se jako doplňující informace mohlo objevit až v závěru této kapitoly. Dále zde autor popisuje jednotlivé komponenty, ze kterých se skládá palivový článek – polymerní membrána, katalytická vrstva, difuzní vrstva a bipolární desky. Od strany 11 se v textu několikrát objevuje zkratka GDL, vysvětlena je až na straně 14 (GDL – gas diffusion layer). Podobné je to se zkratkou BP – bipolární desky. Na začátek práce by bylo vhodné vložit seznam zkratek. V podkapitole 3.1.3. hovoří autor o pórovitosti difuzní vrstvy, na konci této části je však vložen obrázek 6, na kterém je zobrazena mikroporézní část neznámé membrány. Tabulka 1 na str. 18 by pro svou přehlednost potřebovala značně upravit (nachází se zde dva odlišné názvy tabulky, u nevýhod není jasné, k čemu se vztahují, text není stejně odražen).

Čtvrtá kapitola se zabývá polymerními membránami pro palivové články. V první podkapitole popisuje autor vlastnosti komerční membrány Nafion. Tato část je tvořena výtahem ze zdroje [17] a jeho nepřiliš povedeným překladem do českého jazyka. Pojem „perfluorinace“ neexistuje, hodilo by se použít označení perfluorovaný polyethylen. Polytetrafluorethylen (Teflon) se nevyrobí z polyethylenu, nýbrž radikálovou polymerací z tetrafluorethylenem. Nešikovně jsou zvoleny obrázky 8, 9 a 10 - běžně se pro označení polymerní struktury používá značení se závorkami a písmenem značící opakování. Další tři podkapitoly, kde jsou popsány membrány na bázi polybenzimidazolu, polyvinylalkoholu a modifikovaného Nafionu, jsou celkem dobře zpracovány až na graf 2 (str. 28), ke kterému se nevztahuje žádná část textu.

V páté kapitole popisuje autor chování PVA kompozitních membrán modifikovaných pomocí kyseliny sulfojantarové a tetraethylortosilikátu. V obou případech vychází autor

pouze z jednoho zdroje [25 a 26], jedná tedy spíše o výtah z těchto odborných článků. Jelikož se jedná o rešeršní činnost, bylo by na místě porovnat výsledky z více odborných článků zabývajících se touto problematikou.

Kapitola šestá se věnuje popisu měřicí metody elektrochemické impedanční spektroskopie. Autor zde popisuje využití této metody pro měření elektrických vlastností polymerních membrán. Přehledně jsou zde popsány Macdonaldův model, prvky ekvivalentních okruhů a Pearsonův  $\chi^2$  test.

V sedmé kapitole uvádí autor experimentální část práce. V úvodu je popsána příprava PVA kompozitních membrán. Obrázky 20 a 21 nejsou ocitovány. V tabulce 2 na straně 47 je uváděna desetinná tečka i čárka. Kapitola obsahuje dva grafy s typickým průběhem impedančního spektra, které jsou proloženy ekvivalentním okruhem. Zbylá naměřená data jsou uvedena v tabulce 3 na straně 52. Měření bylo realizováno pro suché a zvlhčené membrány. Výsledky jsou diskutovány v podkapitole 7.5. Naměřená data se shodují s odbornou literaturou, výjimku tvoří vzorek 5PVA-5TEOS, což obhajuje autor nevhodně zvoleným ekvivalentním okruhem.

Autor se v předložené práci dopustil několika překlepů a nepřesných formulací. Ačkoliv se v práci nevyskytují závažné gramatické chyby, vyskytuje se zde řada chyb interpunkčních a typografických. Veličiny nejsou vždy značeny kurzívou. U citací není vždy zcela jasné, k jakému textu se vztahují. Pozitivně hodnotím práci s odbornou literaturou v anglickém jazyce. Velikým kladem je aktuálnost a daného tématu a náročnost osvojení této problematiky. Je možné konstatovat, že předložená práce splňuje požadavky kladené na práce bakalářskou.

Během obhajoby bakalářské práce by měl autor odpovědět na následující otázku:

- 1) V práci uvádíte rozdělení palivových článků dle provozní teploty na vysokoteplotní a nízkoteplotní. Můžete uvést některé jiné rozdělení?

Vzhledem ke kvalitnímu zpracování problematiky a výše uvedenému posudku **doporučuji práci k obhajobě a navrhuji hodnocení dobře.**

V Plzni dne 29.5.2018  
Tomáš Remiš

