

## Posudek na dizertační práci Ing. Romana Slavíka s názvem: Reakční podmínky geopolymery

Práce se zabývá problematikou přípravy geopolymérů (hydrokeramiky) se specifickým důrazem na studium v těchto oblastech:

- a) reakční podmínky geopolymery,
- b) metody stanovení reaktivního podílu,
- c) vliv složení reakční směsi na chemické, fyzikální a mechanické vlastnosti hydrokeramiky,
- d) vliv hydrotermálních podmínek na stabilitu geopolymérů.

Na práci je možné ocenit především pragmatický přístup v řešení vytyčených cílů a velký potenciál uplatnění získaných vědeckých výsledků nejen v oblasti základního výzkumu (o čemž svědčí autorova publikace v Journal of Materials Processing Technology, IF=0.816), ale také v oblasti aplikovaného výzkumu neboť řada výsledků je v prezentované formě přímo přenositelná do průmyslové praxe.

Za hlavní přínos práce považuji navržení postupu přípravy a testování geopolymérů na bázi hlinitokřemičitanových surovin, možnost využití DTG a konduktometrie pro stanovení reaktivního (amorfního) podílu v dané surovině, ohodnocení vlivu technologických podmínek přípravy geopolymérů na jejich konečné vlastnosti, zjištění vysoké stability draselných geopolymérů v hydrotermálních podmínkách a možnost využití geopolymerních matric u technologie stabilizace/solidifikace anorganických odpadů.

Autor by se však měl při obhajobě své Ph.D. práce vyjádřit k následujícím komentářům a dotazům, které z předložené Ph.D. práce vyplývají:

1. Strana 21, řádek 24: Poměr vodního skla/roztoku NaOH - o jaký konkrétně poměr se jedná (hmotnostní?)?
2. Strana 22, řádek 16: '...vylepšující vlastnosti geopolyméru...'. O které vlastnosti se jedná (pevnost v tlaku, krátká doba tuhnutí?)?
3. Strana 27, řádek 12-14: Jaké jsou konkrétní závěry s S/S technologií pro radioaktivní odpady pomocí hydrokeramiky?
4. Strana 28, řádek 2: '...různým stavebním hmotám...'. O jaké konkrétně stavební hmoty se jedná?
5. Strana 31, řádek 28-30: Jaký je důvod změn podmínek tuhnutí směsi v čase (24 hodin – uzavřená vzorkovnice, 6/26 dní – otevřená vzorkovnice)? Byla teplota/vlhkost udržována konstantní? Pokud nikoliv, jaký vliv změny teploty a vlhkosti je možné očekávat ve vztahu k průběhu tuhnutí a konečným vlastnostem hydrokeramiky?
6. Strana 35, řádek 4: Uváděná velikost frakce 0-50mm je příliš velká. Nemělo by zde být spíše uvedeno, že se jedná o velikost frakce 0-50μm?
7. Strana 49, řádek 1-9 + Strana 50, řádek 8-10: Bylo by řešením odstranění slámy ze vzorku nepálené cihly pro stanovení LOD<sub>T</sub> pomocí DTG analýzy?
8. Strana 50, Obr. 4.8: Jak si autor práce vysvětluje nelinearitu trendu závislosti pevnosti v tlaku na obsahu reaktivní složky u kaolinitického jílovce – HB a teplárenské strusky? Tyto vzorky totiž vykazují stejnou hodnotu pevnosti v tlaku jako Střeleč –N, ložový produkt ze spalování uhlí (2006) a Střeleč-2, a to i přesto, že rozdíl v množství reaktivní složky u obou skupin vzorků představuje nezanedbatelných 40%.
9. Strana 52, řádek 10: Co je to 'reologická voda'? Použití tohoto výrazu v textu se zdá být neopodstatněné.
10. Strana 57, řádek 7-8: Procentuální součet všech tří složek musí být 100%, což však neodpovídá uvedeným hodnotám.
11. Obr. 4.18: Z grafu není patrné, jaká je konkrétní hodnota mrazuvzdornosti a odolnosti proti tepelnému šoku pro jednotlivé použité materiály.
12. Obr.4.2.: Z grafu není patrné, jaká je konkrétní hodnota mrazuvzdornosti pro jednotlivé materiály.
13. Obr. 4.24 vs. Obr.4.22: Co je důvodem značně odlišných hodnot pevnosti v tlaku při 0% obsahu plniva u obou obrázků? Je totiž přirozené se domnívat, že hodnoty pevnosti v tlaku matrice bez plniva je stále stejná a neměnná.
14. Strana 76, řádek 4-5: Na základě čeho autor činí závěr, že u draselných geopolymérů nedošlo k žádným transformačním změnám?
15. Strana 74-76: Hlavním závěrem této části práce je tvrzení, že draselné geopolymery jsou výhodnější než sodné geopolymery, protože u nich (vlivem působení hydrotermálních podmínek) nedochází ke vzniku zeolitů jejichž přítomnost v geopolyméru způsobuje

degradaci matrice a výrazné snížení pevnosti v tlaku. V této části však chybí experimentální podpora tvrzení, že v případě draselných geopolymérů zeolity nevznikají přičemž není ani zřejmé, jak intenzivní pokles pevnosti v tlaku lze očekávat v případě draselných geopolymérů ve srovnání se sodnými geopolymery. Autor by měl při obhajobě Ph.D. práce tyto závěry konkrétněji podpořit (nejlépe předložením Obr. 4.41-4.43 pro draselné geopolymerní těleso).

## Práce také obsahuje následující drobné nedostatky týkající se především psaného textu:

1. Abstrakt (česky): Zkratka S/S (Stabilizace/Solidifikace) by měla být nejprve definována a teprve poté používána v textu.
2. Abstract (anglický text): '... which on is work focused...' není správně anglicky napsáno; '...were good results achieved ...' – špatné pořadí jednotlivých slov.
3. Uvádění seznamu obrázků a tabulek na začátku Ph.D. práce je neobvyklé přičemž seznam použitých zkratk a symbolů se zpravidla uvádí na konci práce, nikoliv v jejím úvodu.
4. Strana 10: EPA, LOD, TCLP – zkratky by mely být uvedeny v českém, nikoliv v anglickém jazyce.
5. Strana 12, řádek 8-9: '... stejnými chemickými reakcemi připravovány materiály o stejném chemickém složení...' – význam věty je nesrozumitelný.
6. Strana 12, řádek 15: '...pracích...' by mělo být změněno na '...pracech...'.
7. Strana 14, řádek 14-16: V důsledku nadměrného počtu 'se' je text obtížně srozumitelný.
8. Strana 15, řádek 6: '...smíchání...' by mělo být změněno na '...smícháním...'.
9. Strana 17, řádek 24-27: Věta je nesrozumitelná. '...záviset na především na...' – jedno 'na' je přebytečné.
10. Strana 20, řádek 18-19: Nesystematické uspořádání obrázků. Posloupnost obrázků s označením a, b, c, e, d by měla být nahrazena logickým uspořádáním a, b, c, d, e tj. obr. 1.3.e by měl být označen jako obr. 1.3.d a obr. 1.3.d by měl být označen jako 1.3.e.
11. Strana 20, řádek 22: '...zjistili, že jestliže...' – nevhodné slovní spojení.
12. Strana 22, řádek 4: Pojem 'čerstvá kaše' se v tomto místě textu vyskytuje poprvé. Bylo by vhodnější použít jiný, v předchozím textu již zavedený termín.
13. Strana 23, řádek 16-17: 'Nejlépším posuzovatelem stability materiálů je příroda...' – věta nemá technický význam a její použití v odborném textu není vhodné.
14. Strana 25, řádek 8-10: Věta je nesrozumitelná.
15. Strana 25, řádek 16-17: 'Tyto komposity jsou směs' – lépe 'Tyto komposity jsou tvořeny'.
16. Strana 28, řádek 4: '...naznačují současné trendy výzkumu a vývoje...' – příliš obecné, uvedení konkrétních referencí by bylo vhodnější.
17. Strana 28: Poslední odstavec je příliš obecný mající gloriifikační charakter. Doplnění příslušných referencí by bylo v této části textu velmi vhodné.
18. Strana 29, řádek 19: 'Protože při technologii stabilizace/solidifikace je ...' – věta by měla být formulována spíše jako '...Vzhledem k tomu, že při technologii stabilizace/solidifikace anorganických odpadů...'.
19. Strana 29, poslední odstavec: definice daného cíle je příliš vágní.
20. Příloha p II, 3 rámeček zleva ve spodní části diagramu: Nedostatečný popis neboť část textu evidentně chybí.
21. Strana 36, řádek 24-26: Pro popis procedury by měl být (konzistentně s předchozí částí textu) použit čas minulý.
22. Strana 37, řádek 5-7: Změna času v rámci jedné věty při popisu daného postupu působí velmi rušivě.
23. Strana 38, řádek 17-18: '...', která byla vpravena...' by mělo být nahrazeno '...', které byly vpraveny'.
24. Strana 40, řádek 16: '... polynomickými křivkami...' – vhodnější by bylo použít '...polynomickými funkcemi...'.
25. Strana 41, řádek 5: '... třeba...' – lépe použít '... například...'.
26. Strana 41, řádek 9-12: Bylo by vhodné tuto větu dokončit např. '... v alkalickém prostředí, která bude také použita v této práci'.
27. Obr. 4.2 – chybí jednotky u dTG.
28. Obr. 4.2, 4.5, 4.6, 4.7 – teplotní osa by měla být ve spodní, nikoliv horní části grafu (tedy tak, jak uvedeno na Obr. 4.4b).
29. Strana 43, řádek 14: '... z Davidovitsových pracích...' by mělo být napsáno jako '... z Davidovitsových prací...'.
30. Strana 45, řádek 12-14: '... procesů podstatného snížení...' by mělo být napsáno jako '...procesů k podstatnému snížení...'.
31. Strana 51, řádek 15: '... jako v technologii betonu...' – příliš netechnické vyjádření.
32. Strana 52, řádek 3: '... úprava konzistence (reologie) reakční směsí' – nepřesné vyjádření, lepší by bylo použít následující formulaci '...úprava konzistence (viskozity) reakční směsí'.
33. Strana 52, řádek 17-21: Označení obrázků a jejich začlenění v textu by nemělo být na přeskáčku.
34. Strana 53, řádek 15-16: '...bylo pravděpodobně možné...' – lépe '... na základě této skutečnosti je vysvětlitelná také možnost připravení reakční směsi s (W/C)=17.5%'.
35. Strana 57, řádek 21+Obr. 4.18: '...referenční...' by mělo být napsáno jako '...referenční...'.
36. Obr. 4.20: U popisu osy pro teplotu kalcinace je uvedena neúplná jednotka (na místo [ C] by mělo být uvedeno [°C]).
37. Obr. 4.23: Bylo by žádoucí uvést měřítko u zvětšeného obrázku.
38. Strana 62-64: V této části je možné postrádat provedení studia vlivu 0.1M HCl roztoku na změnu hmotnosti vzorků plněných kopaným pískem a experlitem.
39. Strana 64, řádek 15-16: '...', a proto by se molární poměr M/Al=1.' Věta není příliš srozumitelná.
40. Strana 67, řádek 2-4: Vysvětlení by mělo být názornější s bližším uvedením obou hlinitokřemičitanových surovin, které dle autora byly kombinovány.
41. Strana 67, řádek 9: Obr. 4.31 není v textu dostatečně uveden.
42. Obr. 4.33: Bylo by vhodné tento obrázek doplnit snímkem povrchu geopolymerního tělesa z kaolinitického jílovce HB bez přídavku vysokopecní strusky.
43. Obr. 4.42 + Obr. 4.43 by měly následovat až za textem, který je uveden na straně 76.
44. Popis Obr. 4.42 včetně diskuse na straně 76 není dostatečný. Mělo by být totiž jasně uvedeno, že povrch sodných geopolymerních těles je studován po 7 dnech působení hydrotermálních podmínek.
45. Strana 77, řádek 6: '... enviromentu...' – lépe je použít českého ekvivalentu.
46. Strana 78, řádek 5-6: '... po provedení amerického vyluhovacího testu TCLP' – uvést konkrétní normu.
47. Strana 80, řádek 4: Zkratka BAT není dostatečně vysvětlena.
48. Strana 80, řádek 40-42: 'Na základě výsledků zde existuje reálná možnost využívat geopolymerní matrice...' – lépe 'Na základě získaných experimentálních dat je možné předpokládat využití geopolymerních matic...'.
49. Strana 82, řádek 14: '... ale i při samotný...' by mělo být napsáno jako '... ale i samotný...'.
50. Strana 83, řádek 3: Daný závěr není experimentálně potvrzen (viz. body 14-15, jež jsou uvedeny na předchozí straně).

Nutno však konstatovat, že výše uvedené nedostatky zásadním způsobem nesnižují kvalitu předložené dizertační práce.

**Závěr:** Ing. Roman Slavík prokázal na základě předložené dizertační práce schopnost samostatné vědecké a tvůrčí práce, a proto doporučuji předloženou práci k obhajobě a v případě jejího úspěšného obhájení také udělení vědeckého titulu Ph.D..

Ve Zlíně dne 30.12.2008

prof. Ing. Martin Zatloukal, Ph.D.  
CPM, FT UTB ve Zlíně