

Oponentní posudek

disertační práce **Mgr. Olena HALAS**

Study on Properties of Geopolymers for Application in Transport Means

(Výzkum vlastností geopolymérů pro aplikaci v dopravní technice)

Práce se zabývá problematikou alkalicky aktivovaných materiálů (geopolymerů) se specifickým zaměřením na jejich možné využití jako vysokoteplotních tmelů použitelných v automobilovém průmyslu. Jejím hlavním cílem je ověření možného použití geopolymérů na bázi elektrárenského popílku pro tento účel. Jako dílčí cíle sloužící k dosažení tohoto cíle doktorandka zvolila ověření základních fyzikálně-mechanických vlastností – ověření pevnosti v tlaku, pevnosti za ohybu, adhezní pevnosti při tahovém namáhání, odolnosti vůči vysokým teplotám a odolnosti vůči agresivnímu prostředí. Dalším dílčím cílem bylo zjištění vlivu jednotlivých složek navržených geopolymérů na jejich vlastnosti a navržení optimálního složení vysokoteplotních tmelů.

Disertační práce má 119 stran textu včetně soupisu literatury, použitých označení, titulních stran i obsahu, což je obvyklý rozsah v instituci, kde byla práce vypracována. Práce je logicky členěna do 12 kapitol a nemá přílohy. První polovina je věnována obecnému přehledu o zkoumané problematice s rozsáhlou citací literatury, druhá polovina je věnována vlastní práci doktorandky včetně uvedení závěrů.

V první kapitole je stručně popsána historie vývoje alkalicky aktivovaných materiálů (geopolymerů). V druhé kapitole je podán přehled surovin vhodných pro přípravu geopolymérů a s ní související třetí kapitole přehled o problematice elektrárenských popílků vznikajících při spalování uhlí. Ve čtvrté kapitole je na základě široké rešerše literatury podán přehled základních fyzikálně-mechanických vlastností geopolymérů. V páté kapitole následuje popis problematiky vysokoteplotních tmelů. Cíle práce jsou definovány v šesté kapitole. Sedmá kapitola je věnována obecnému popisu použitých složek, přípravě a popisu vzorků, popisu prováděných experimentálních testů a použité metodologii. Osmá, devátá a desátá kapitola obsahují výsledky provedených experimentálních testů, jejich shrnutí i závěry, které doktorandka jejich zhodnocením učinila. V jedenácté kapitole je pozornost věnována možnosti použití geopolymérů jako ochrany proti korozi. Konečně dvanáctá kapitola je věnována přehledu možné aplikace geopolymérů na bázi elektrárenských popílků pro potřeby automobilového průmyslu.

Celkové hodnocení

Problematika řešená v disertační práci je vysoce aktuální a plně zapadá do celosvětových trendů náhrady klasických materiálů za materiály využívající druhotné či alternativní primární suroviny. Je vhodné konstatovat, že výchozí teoretické fyzikálně-mechanické vlastnosti geopolymérů přímo vybízejí pro jejich možné využití jako tmelů odolných vůči vysokým teplotám. Získání optimální směsi vhodné pro průmyslovou výrobu i následné každodenní využití v praxi by znamenalo značné úspory nejenom finanční, ale i ekologické.

Disertační práce je napsána v angličtině, což považuji za pozitivum. Úroveň jazyka je základní s neanglickou větnou skladbou, nicméně je přijatelná a nijak se nevymyká ze standardu obdobných prací. Text se dobře čte, je srozumitelný. Gramatických chyb mnoho není a moje hlavní výtky je, že si doktorandka plete některá základní slovíčka. Např. používá chybně „once“ – jednou – místo správného „one“ – jedna, „till“ místo správného „to“ – vyjadruje-li interval od – do, „sample“ – výběr – místo správného „specimen“ – vzorek.

K práci mám následující dotazy a připomínky:

1. Součástí práce je rozsáhlý a reprezentativní přehled literatury. Vzhledem k původu doktorandky je pro mě překvapením, že není citována ani jedna práce prof. Krivenka.
2. V rámci základních provedených experimentálních zkoušek mi chybí experimentální ověření modulu pružnosti.
3. Výsledky zkoušky pevnosti za ohybu jsou dle mého názoru negativně poznamenány tím, že trhлина obecně nevznikala pod zatížením, na což se v práci reaguje výpočtem tzv. nominální resp. skutečné pevnosti. Nebylo možné tomu zabránit?
4. Při statistickém vyhodnocení výsledků je použita směrodatná odchylka. Její vypovídací schopnost je ovšem v této souvislosti minimální v porovnání s variačním koeficientem.
5. Na str. 43 v rámci kapitoly věnované namrzavosti je uvedeno, že „po 150 cyklech byl pokles pevnosti okolo 70%“. Je tudíž možné konstatovat, že „tyto materiály relativně dobře vzdorují mrazu“? Za jaký časový interval (měsíce, roky, desítky let) je možné očekávat u dopravních prostředků dosažení 150 cyklů a tudíž snížení pevnosti o 70%? Jaká jsou platná kritéria předpisů či norem pro dnes v praxi používané tmely?
6. Na str. 61 se v souvislosti s pevností měřenou po jednom měsíci tvrdí, že „pevnost všech vzorků je přibližně stejná“. Z tab. 6 je ovšem zřejmé, že tyto pevnosti se pohybují v intervalu 27,1 až 35,4 MPa, což je rozdíl 30%. Skutečně rozdíl 30% je možné skrýt pod pojem „přibližně stejné“?
7. Na str. 72 a 73 v rámci vyhodnocování vlivu jednotlivých složek na vlastnosti navržených geopolymérů jsou uvedeny závěry, které je nutné považovat za spekulativní, neboť nejsou explicitně a nezvratně dokázány. To, že směsi obsahující Al₂O₃ mají nejvyšší pevnost (viz. tab. 14 a tab. 15) nic nedokazuje, protože SOUČASNĚ se mění i další parametry. Jedná se tedy pouze o autorčinu hypotézu.
8. Existuje v souvislosti s mojí předchozí výtka nějaký obecně používaný postup či metoda, které jsou schopny exaktně odpovědět na otázku, zda určitý parametr skutečně sledovanou vlastnost ovlivňuje?

Disertační práce splnila vytčené cíle snad jen s připomínkou, že pro navržení optimálního složení tmelů by bylo pochopitelně potřeba více experimentálních zkoušek. Pro dosažení cílů jsou zvoleny adekvátní metody i postupy. Formální úprava práce je dobrá, způsob vyjadřování je srozumitelný, práce splňuje podmínky tvůrčí vědecké práce. Hlavní přínos práce vidím v tom, že snaží o praktické zavedení potenciálně nadějných produktů vycházejících z alternativních či druhotných surovin do praxe.

Mgr. Halas prokázala, že je schopna se orientovat v literárních zdrojích, řešit daný problém komplexním způsobem a přinášet nové poznatky a řešení. Získané výsledky průběžně publikovala, přehled uvádí 11 prací, kde je autorem nebo spoluautorem. Jedná se o příspěvky na mezinárodních konferencích v ČR i v zahraničí a v časopisech.

Práce přispívá k rozvoji oblasti geopolymérů a jejich zavádění do praktického použití. Jedná se o aktuální problematiku, které je ve světovém měřítku věnována značná pozornost. Vypracovaná práce potvrzuje autorčinu vědeckou způsobilost a splňuje podmínky stanovené

pro doktorskou disertační práci. Doporučuji, aby Mgr. Olena Halas byla připuštěna k její obhajobě a aby jí v případě úspěšné obhajoby byla udělena

doktorská hodnost PhD.

14. 2. 2013

Doc. Ing. Aleš Florian, CSc.

Vysoké učení technické v Brně