

Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Iva Dufková

Název disertační práce Hodnocení vybraných vlastností geosilikátů

Studijní program P2301 Strojní inženýrství

Školitel prof. Ing. Petr Louda, CSc.

Oponent Doc. Ing. Petr Semerák, Ph.D.

e-mail semerakp@fsv.cvut.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Práce se zabývá výzkumem především akustických vlastností různých geosilikátových směsí. Vzhledem k tomu, že zvuková zátěž s rozvojem dopravy, zvláště automobilové a železniční, stále vzrůstá, je vývoj materiálů s potenciálem použití v protihlukových stěnách a bariérách nanajvýš aktuální.

☐ vynikající ☒ nadprůměrný ☐ průměrný ☐ podprůměrný ☐ slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář: Cíle práce jsou autorkou vytyčeny čtyři:

1. Teoretické seznámení s problematikou akustické pohltivosti materiálu
2. Výběr vhodné metodiky měření
3. Výroba vzorků k experimentálnímu měření
4. Návrh optimálního složení materiálu na výrobu protihlukové stěny.

Cíl 1 je dost povrchně řešen v kapitolách 3.3.2 a 3.4.1. Metodika měření (cíl 2) je poněkud chaoticky popsána v různých částech práce, jen ne v kapitole Metodika měření. Naopak cíle 3 a 4 jsou v práci zpracovány podrobně a obsažně. Celkově lze konstatovat, že cíle práce se podařilo splnit.

☐ vynikající ☐ nadprůměrný ☒ průměrný ☐ podprůměrný ☐ slabý

Metody a postupy řešení

komentář: Autorka navrhla a vyrobila přes 50 vzorků geopolymerních materiálů různého složení a struktury. Tyto vzorky následně podrobila testování tepelných, mechanických a akustických vlastností. Materiály s vyhovujícími parametry pak následně variovala pomocí různých druhů plniv a provedla detailní měření akustické pohltivosti pro různé tloušťky vzorků.

Použitá metoda byla zvolena vhodně, postup řešení je logický a vede k uvedeným výsledkům.

☐ vynikající ☒ nadprůměrný ☐ průměrný ☐ podprůměrný ☐ slabý

Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Autorka práce navrhla složení a prakticky vyrobila obrovské množství vzorků geosilikátů různých tloušťek, s různým stupněm napětění a s různými plnivy. Tyto vzorky

podrobila podrobnému měření akustické pohltivosti, každý na jedenácti různých frekvencích. Naměřené výsledky byly graficky zpracovány a porovnány se standardním materiálem - betonem.

Na základě získaných výsledků byly stanoveny závislosti struktury, složení směsi a akustických vlastností, konkrétně akustické pohltivosti. Jako plniva autorka do geosilikátů používá mimo klasických plniv i materiály odpadové - len, konopí či skartovaný papír.

Z hlediska hodnocení velikosti akustického útlumu autorka získala materiál, který má až pětinasobně lepší útlumové vlastnosti než klasický beton.

☐ vynikající ☐ nadprůměrný ☒ průměrný ☐ podprůměrný ☐ slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Význam práce spočívá zejména v přínosu pro praxi. Lze očekávat, že stavební firmy realizující protihlukové stěny a bariéry budou prezentované materiály využívat. Naměřené výsledky ukazují, že v práci zkoumané materiály mají vesměs podstatně lepší akustické vlastnosti než v této oblasti dominantně používaný beton.

☐ vynikající ☒ nadprůměrný ☐ průměrný ☐ podprůměrný ☐ slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Formální a především jazyková úroveň bohužel degradují jinak velice pěknou práci. Dílo je přehledně strukturované, text je ale mnohdy obtížně srozumitelný. Na str. 42 se polovina stránky opakuje ze strany 41. V mnoha větách podmět neodpovídá přísudku a naopak. Leckteré věty v daném jazyce nedávají smysl. Mnohé jednotky či chemické vzorce nejsou psány s horním či dolním indexem, ale jen číslicí (m², CO₂ apod.) V tabulkách 12 - 124 chybí jednotka součinitele tepelné vodivosti.

☐ vynikající ☐ nadprůměrný ☐ průměrný ☐ podprůměrný ☒ slabý

Připomínky

Pro obhajobu mám k autorce tyto poznámky, resp. dotazy:

V práci je popsáno měření součinitele tepelné vodivosti jednotlivých vzorků. Byla při něm sledována, resp. kontrolována vlhkost vzorků, která může zásadním způsobem ovlivnit získané hodnoty?

V kapitole 4.4.4 mi schází podrobnější popis akustických měření, přestože na nich je celá práce založena. Zde je popsáno pouze na 9 řádcích měření akustické pohltivosti. Píše se zde o použití bílého šumu a následně o jednotlivých frekvencích. Na jakém principu měření funguje?

V kapitole 3.1 píšete, že geopolymery jsou mnohem šetrnější k životnímu prostředí než beton, jaká je energetická a environmentální náročnost komponentů pro výrobu GP?

V úvodu práce zmiňujete termín "zvuková vodivost". Můžete jej definovat?

Závěrečné zhodnocení disertace

Předložená práce se zabývá velmi aktuálním tématem, snižování hlukové zátěže obyvatel prostřednictvím protihlukových stěn a bariér je zvláště kolem komunikací (silničních i železničních) velmi časté. Výzkum a vývoj materiálů pro tyto stěny je důležitým krokem k zvyšování jejich účinnosti. Autorka teoreticky navrhla, prakticky zhotovila a podrobně otestovala značné množství vzorků různého složení a vyhodnotila jejich akustické parametry. Škoda, že autorka nevěnovala větší pozornost jazykové úrovni a důkladnější kontrole pravopisných chyb a překlepů. Tyto nedostatky poněkud degradují toto rozsáhlé dílo.

Celkově mohu konstatovat, že práce splňuje požadavky pro udělení titulu PhD. a doporučuji ji k obhajobě.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D. **ano** ☒ **ne** ☐

Datum: 6.10.2021

Podpis oponenta: 

Oponentský posudek

doktorská disertace v oboru Materiálové inženýrství

Ing. Iva Dufková

Hodnocení vybraných vlastností geosilikátů

Obor doktorského studia:	Materiálové inženýrství
Předložená disertace:	Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra materiálů
Školitel:	Prof. Ing. Petr Louda, CSc. – TU v Liberci, FS
Oponent:	Doc. RNDr. Josef Kasl, CSc. – VZÚ Plzeň

Práce je zaměřena na vývoj a studium vlastností geopolymerních kompozitů, které by našly využití především v sektoru stavebnictví jako protihlukové bariéry. Bylo studováno celkem přes padesát různých kombinací materiálů, u nichž byly vedle základní struktury sledovány mechanické vlastnosti, tepelná vodivost a akustická pohltivost. Vzhledem k praktickému využití a dosaženým aplikovatelným výsledkům je třeba zvolené téma práce hodnotit jako aktuální a společensky vysoce potřebné.

Práce je dosti rozsáhlá. Má, bez započítání četných příloh, celkem 202 stran. Po obecném úvodu jsou v druhé kapitole definovány čtyři cíle práce. Třetí kapitola zahrnuje teoretickou část. Autorka se v ní zabývá historií vývoje geopolymerních kompozitů, jejich typy a vlastnostmi. Rozebrány jsou ty části akustiky, které jsou významné ve stavebnictví, a tudíž pro vlastní práci, zdroje hluku a metody jejich eliminace v dopravě. Nejobsáhlejší je čtvrtá kapitola obsahující popis použitých vstupních materiálů, výroby vzorků a přehled vzorků doplněný jejich některými vlastnostmi. Celkem bylo připraveno a studováno úctyhodné množství 51 vzorků (v závěru práce autorka uvádí počet 56). Dále tato kapitola zahrnuje přehled použitých metod měření prolnutý získanými výsledky. Pátá kapitola je věnována diskusi výsledků. Má jen dvě stránky, nicméně je třeba uvést, že z velké části byla obsažena již v kapitole předchozí. V šesté kapitole jsou opět na dvou stránkách uvedeny přínosy disertační práce. Následuje závěr o stejném rozsahu. Práce obsahuje celkem 43 příloh.

Následující dílčí části oponentského posudku hodnotí disertaci podle obdrženého pokynu pro jeho vypracování.

1. Význam disertační práce pro obor

Studium geopolymérů a jejich aplikací ve stavebnictví patří aktuálně k výrazně se rozvíjející oblasti materiálových věd s vysokým potenciálem jejich praktického využití ve stavebnictví a dopravě. Úspěšný vývoj, odzkoušení a výrobní realizace těchto materiálů má vysoké ekonomické a ekologické dopady na společnost. Výběr tématu doktorandky lze tedy hodnotit vysoce pozitivně. Svojí prací přispěla k vývoji celé řady nových typů materiálů, podílela se na zdokonalování metodik jejich zkoušení a svými výsledky přispěla k rozšíření znalostí o vlastnostech těchto materiálů. Výsledky práce skýtají vysokou možnost praktického uplatnění studovaných materiálů.

2. Postup řešení problému, použité metody a splnění stanoveného cíle

V práci byly stanoveny čtyři cíle zaměřené na vývoj a odzkoušení nových materiálů na bázi geopolymerních kompozitů použitelných pro výrobu protihlukových zábran. První cíl byl zaměřen na teoretické studium sledované problematiky. Autorka vycházela ze zpracování širokého spektra 91 publikací, na jejichž základě byla vypracována teoretická část práce, která vytvořila solidní základ pro volbu postupu prací a pro popis a interpretaci získaných výsledků. Doktorandka tak prokázala, že je schopna se orientovat v literatuře a najít si a zpracovat zásadní informace. Další cíl byl výběr vhodných metodik měření. U připravených vzorků byla orientačně studována makrostruktura a pomocí řádkovací elektronové mikroskopie i mikrostruktura materiálů a měřeny standardní mechanické vlastnosti. Klíčové bylo studium tepelná vodivosti a akustická pohltivosti. Dá se konstatovat, že autorka zvolila vhodné metodiky dostupné na mateřském pracovišti a v kooperujících institucích. Ty byly použity s přehledem a účelně a umožnily získat velký objem cenných informací. Třetím cílem byla výroba vzorků k experimentu. Těch doktorandka navrhla a vyrobila velké množství. Posledním cílem byl návrh optimálního složení materiálu na výrobu protihlukové stěny. Autorka provedla velký rozsah měření na připravených vzorcích a porovnávala jejich vlastnosti. Při více hodnocených parametrech je iluzorní vybrat jeden „optimální“ materiál. Vždy bude záležet i na konkrétní aplikaci. Nicméně získaný soubor výsledků tvoří široký základ pro volbu materiálu, jehož vlastnosti mají potenciál vykazovat lepší užité vlastnosti ve srovnání s materiály aktuálně používanými. Přestože formulace cílů je poněkud nestandardní, první tři jsou jen prostředky pro dosažení čtvrtého, lze konstatovat, že cílů disertační práce bylo dosaženo.

3. Výsledky disertační práce a význam původního konkrétního přínosu autorky disertační práce

Za hlavní praktický přínos disertační práce považuji získání praktických zkušeností s výrobou různých systémů využitelných pro praktické realizace protihlukových zábran u silničních a vlakových komunikací a shromáždění dat o jejich vlastnostech a chování z hlediska jejich mechanických a zejména akustických parametrů. Studovaných systémů je opravdu velké množství, což umožňuje volit pro konkrétní podmínky vhodné materiály a jejich tloušťky. Vlastnosti těchto materiálů překonávají klasické betonové materiály. To spolu s tím, že jako výplně jsou používány i odpadové materiály, může vést při jejich použití k výraznému pozitivnímu ekologickému dopadu. Doktorandka v závěru konstatuje, že vypracovala receptury, které zajišťují „optimální“ složení geopolymerního kompozitu, vzápětí však plánuje návrh a hodnocení dalších receptur s ještě lepšími tlumícími vlastnostmi a navrhuje další konstrukční úpravy. Možná by bylo vhodné termínem „optimální“ poněkud šetřit

4. Systematičnost, přehlednost, formální úprava a jazyková úroveň disertační práce

Práce je, co se týče její struktury, standardně zpracována. Možná výhrada by mohla být k rozptýlení popisu experimentálních metod do několika částí. Nechybí přehled zkratk a symbolů, seznam obrázků, tabulek a grafů. To je významné při jejich obrovském množství. Vhodné je soustředění rozsáhlejších tabulek s přehledy kvantitativních výsledků do příloh. V textu se vyskytuje relativně hodně překlepů a chybějících/nadbytečných znaků a neobratných formulací či neúplných vět. Chybí řada čárek v souvětích a někdy jsou použity

nesprávné pády. Nedůsledné je oddělování kvantitativních hodnot veličin od jejich jednotek a používání spojovníků a pomlček. Na str. 41 a 42 se v textu opakuje několik odstavců. Nejasný je důvod vynechávání některých čísel oddílů v podkapitole 4.3; nepřesná je definice vlnové délky (str. 31). U obrázků je vedle jeho zvětšení uváděn i termín rozlišení. Co je „rozlišení“? Jak body A směřují k vláknům (obr. 107)? Pokud je u obrázku odkaz „autor“, zřejmě ho pořídila autorka, kdo ho pořídil, pokud je odkaz „SEM TUL“? Tyto skutečnosti bohužel poněkud snižují hodnotu této jinak kvalitní práce.

5. Publikace studenta DSP

V práci je uvedeno celkem 14 autorčiných publikačních výstupů, ve kterých je devětkrát jako hlavní autorka. Jedná se převážně o konferenční příspěvky (polovina je z mezinárodních konferencí NANOCON a METAL). Vzhledem k tématu disertační práce považuji publikační aktivitu doktorandky za solidní.

Protože osnova explicitně nepočítá s dotazy a připomínkami oponenta, uvádím je na tomto místě. Rozsah a pestrost aktivit a zajímavé výsledky vyvolávají mnoho dotazů, z nichž vzhledem k omezenému časovému prostoru vybírám do obecné diskuse k práci jen následující:

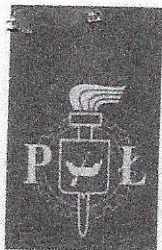
- 1) Uveďte definice akustického tlaku, akustického výkonu a intenzity zvuku.
- 2) V Grafu 1 jsou uvedeny průměr z tří měření, jaký byl jejich rozptyl?
- 3) Graf 2 uvádí prakticky lineární závislost tepelné vodivosti na hustotě výplně. Nezávisí tedy na konkrétní výplni, ale jen na její hustotě?
- 4) Jaká byla úprava povrchu vzorků pro pozorování v SEM (str. 122)?
- 5) Jaká je srovnatelnost měření pohltivosti měřené v různých laboratořích (str. 123)?
- 6) Jaké je vysvětlení dosažených odlišných výsledků pohltivosti pro vzorky s různou tloušťkou (např. plněné konopí, str. 125)? Jaké jsou tloušťky reálných protihlukových zátaras?
- 7) Bylo zpracováno cenové porovnání jednotlivých zkoušených variant materiálů?
- 8) Dochází k časové degradaci materiálů? Jaká je jejich předpokládaná životnost?

6. Jednoznačné vyjádření oponenta k doporučení disertace k obhajobě

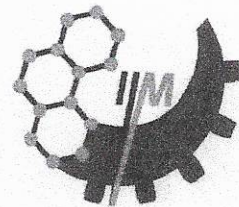
I přes některé výše uvedené připomínky považuji disertační práci za doklad toho, že doktorandka prokázala dostatečné znalosti a schopnosti tvůrčím způsobem pracovat, interpretovat a prezentovat dosažené výsledky. **Disertační práci proto po úspěšném vykonání zkoušky doporučuji k obhajobě.**



V Plzni dne 27. 10. 2021



Lodz University of Technology
Institute of Materials Science and Engineering



Piotr Niedzielski, professor
Lodz University of Technology
Institute of Materials Science and Engineering
Stefanowskiego 1/15
90-924 Lodz, Poland
e-mail: piotr.niedzielski@p.lodz.pl

REVIEW OF DISSERTATION THESIS

Hodnocení vybraných vlastností geosilikátů

Ing. Iva Dufková
Thesis Supervisor:
prof. Petr Louda, DrSc

The subject of the thesis concerns the use of geopolymer composites for noise absorbing elements. Noise pollution is one of the main scourges of the modern world. The World Health Organization (WHO) ranks noise as the second environmental threat to public health (right after polluted air). According to WHO, only road noise causes that Europeans lose a total of over 1 million years of healthy life!!! This shows that the subject of that doctoral dissertation is very topical and can be potentially applied in many different fields.

Faculty of Mechanical Engineering TUL
Headquarters: 90-537 Lodz, Poland, 1/15 Stefanowskiego Street
Address for correspondence:
90-924 Lodz, Poland, 116 Żeromskiego Street,

Institute of Materials Science and Engineering
building A18 office IV room 444

e-mail: w1111d@adm.p.lodz.pl
phone: (+48 42) 631 30 30
www.iim.p.lodz.pl/en-EN



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



The thesis is written in a classic way for doctoral dissertations, i.e. it contains an analysis of the state of literature (91 references, including several in English) and an experimental part. The PhD student has conducted several experiments related to the production of composite (geopolymer) samples using a wide range of composite fillers (chapter 4), differing in chemical structure, shape and size. Prepared samples were subjected to structural tests (SEM-scanning electron microscopy), thermal conductivity, mechanical strength (compression and bending tests) and, in my opinion, the most important from the point of view of the doctorate – measurements of acoustic absorption. The dissertation ends with a discussion of the results, potential benefits of their usage and conclusions.

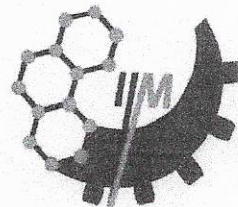
I consider the strengths of the doctorate to be mainly:

- Attractiveness of the subject,
- Scientific contribution to the discipline of materials engineering,
- Potential applicability of research results in civil engineering, road engineering, rail transport, etc.,
- Indication of specific composites for specific applications (referring to thickness, frequency of absorbed sounds),
- Indication of further research necessary for the further development of geopolymers as soundproofing barriers.

In my opinion, the dissertation weaknesses are mainly related with the editorial aspects of the work itself. The number of presented data in the form of charts, tables and photos makes it difficult to read the thesis. It seems that exclusion of that elements from the main text to appendix would reduce the volume of the work, but most of all, it would strengthen its substantive tone. However, those aspects do not change my high final grade for this dissertation.



Lodz University of Technology
Institute of Materials Science and Engineering



Summing up that short review, I state that the doctoral dissertation of ing. **Iva Dufková** entitled: "**Hodnocení vybraných vlastností geosilikátů**" should be highly graded. I believe that it meets all the requirements for a doctoral dissertation in the field of Materials Engineering.

Łódź, 03.11.2021r


Piotr Niedzielski

Faculty of Mechanical Engineering TUL
Headquarters: 90-537 Lodz, Poland, 1/15 Stefanowskiego Street

Address for correspondence:
90-924 Lodz, Poland, 116 Żeromskiego Street,

Institute of Materials Science and Engineering
building A18 office IV room 444

e-mail: w1111d@adm.p.lodz.pl
phone: (+48 42) 631 30 30
www.iim.p.lodz.pl/en-EN



HR EXCELLENCE IN RESEARCH