

Posudek disertační práce

Autor práce: Ing. et Ing. Michaela Hoduláková
Název práce: VYUŽITÍ AKUSTICKÝCH METOD K POPISU CHOVÁNÍ CEMENTOVÝCH KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ V RANÉ FÁZI TUHNUTÍ A TVRDNUTÍ
Studijní obor: P3607 Stavební inženýrství (nD)
Oponent: Doc. Ing. Petr Semerák, Ph.D.
Stavební fakulta ČVUT v Praze, Thákurova 7, Praha 6, semerakp@fsv.cvut.cz

Datum zadání posudku: **29.5.2024**

Aktuálnost tématu disertační práce

Tématem práce je rozvoj metod nedestruktivního testování stavebních materiálů, konkrétně tuhnoucí cementové pasty. Ve stavebnictví se hledají nové možnosti pro určení a zdokonalování mechanických a deformačních vlastností jednotlivých materiálů. Klíčovým procesem pro stanovení většiny charakteristik cementových materiálů je hydratace cementu, zvláště procesy raného tuhnutí, pozdějšího tvrdnutí a zrání. Tyto děje patří mezi velmi složité a zároveň důležité a v konečném důsledku rozhodují o celkových vlastnostech výsledného kompozitu.

Tato práce se zaměřuje na využití dvou akustických metod (průchodová ultrazvuková metoda a metoda akustické emise) k popisu chování kompozitních materiálů v rané fázi jejich tuhnutí.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	-------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Splnění cílů disertační práce

Autorka v kapitole 2. formulovala následné cíle své práce:

1. Aplikace akustických metod se zaměřením na průchodovou ultrazvukovou metodu a metodu akustické emise v průběhu tuhnutí a tvrdnutí cementových kompozitů, zejména složení vlastní experimentální sestavy pro měření průchodovou ultrazvukovou metodou.
2. Dosažení hlubšího porozumění dějům probíhajících v rané fázi tuhnutí kompozitních materiálů na bázi cementu a jejich vlivu na procházející a generované mechanické vlnění.
3. Experimentální část práce má za cíl sledování hydratačních procesů cementu v cementových pastách průchodovou ultrazvukovou metodou a metodou akustické emise. S tímto měřením budou získána i data ze souběžného měření teploty teplotními čidly. Dále bude (pro správné vyhodnocení chování kompozitů na bázi cementu) měření doplněno o posouzení na základě výsledků z fyzikálně chemických analýz.

Výsledky svých měření a tedy i splnění cílů doktorandka prezentovala v kapitole 5. Lze konstatovat, že vytýčené cíle práce byly splněny.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	-------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Postup řešení problému – metody zpracování

Samotnou práci autorka rozdělila do tří základních etap. Tyto etapy a jejich další rozdělení na dílčí aspekty a problémy na sebe logicky i časově navazují.

V první etapě disertační práce se zaměřila na studium literatury a na sestavení experimentální sestavy. V této etapě se také věnovala kalibraci měření, jeho opakovatelnosti a pilotním měřením jemnozrnných kompozitních materiálů na bázi cementu.

V druhé etapě disertační práce autorka provedla volbu vstupních surovin a jejich identifikaci. Provedla návrh receptur s přihlédnutím k hodnotě vodního součinitele a s ohledem na použitý typ cementu. Provedla měření, při kterých byly sledovány změny amplitudy a současně s měřením mechanického vlnění probíhalo i srovnávací měření teploty v kompozitech, protože hydratace cementu je na této teplotě závislá a touto teplotou je ovlivněna i rychlost zrání cementového kompozitu.

Třetí etapa následovala po získání dostatečného množství naměřených dat, které bylo nutné zpracovat. Nejdůležitější v této fázi byla volba vhodného softwarového vybavení pro zpracování naměřených dat. Pro základní zpracování využila skriptů v programovacím jazyce MATLAB, pro následné grafické zobrazení pak kombinaci Microsoft Excel a EasyPlot.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	-------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Význam disertační práce pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

V rámci této práce doktorandka sestavila a odzkoušela laboratorní sestavu pro měření ultrazvukovou pulsní metodou. Tato sestava umožňuje stanovení změny amplitudy mechanického vlnění, které prochází tuhoucím jemnozrnným kompozitem, konkrétně cementovými pastami o různých vodních součinitelích. Současně pomocí rychlé Fourierovy transformace určila i dominantní frekvence procházejícího mechanického vlnění a dala je do souvislosti s časovým vývojem hydratace cementových past.

Výsledky práce by podle autorky měly:

- rozšířit možnosti a povědomí o akustických nedestructivních metodách;
- podpořit snahu o širší využití měřicích experimentálních metod v oblasti nedestructivního zkoušení ve stavebnictví v rané fázi tuhnutí kompozitních materiálů;
- rozšířit možnost použití stávajícího přístrojového vybavení k neinvazivnímu stanovení počátku doby tuhnutí kompozitních materiálů za pomoci jednoduché sestavy přístrojů.

Provedené pilotní experimenty na základní sadě ukazují, že nedestructivní průchodová ultrazvuková metoda založená zejména na sledování vývoje amplitudy signálu v průběhu celého měření může významně přispět k podrobnějšímu poznání chování kompozitních materiálů, zejména k dosažení hlubšího porozumění různých dějů probíhajících v rané fázi tuhnutí kompozitních materiálů a jejich vlivu na procházející mechanické vlnění.

Závěry této práce by mohly v budoucnu dále rozvinout možnosti testování na dalších kompozitních materiálech, které nebylo možné ověřit v rámci této disertace, ať již z časových nebo jiných důvodů. Toto dílo by mohlo být základem pro další navazující práce, zaměřené hlouběji na interpretaci výsledků nebo na rozšíření zkoušených materiálů, které zde nebyly zpracovány.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	-------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Formální úprava práce je na velmi dobré úrovni. Vše je přehledně uspořádáno a popsáno, pouze několik obrázků (např. 4.7 až 4.10) má horší rozlišení, což snižuje jejich vypovídací schopnost. Jazyková úroveň je velmi solidní. Autorka se sice nevyvarovala několika překlepů a chyb v interpunkci, to však nikterak nesnižuje srozumitelnost ani kvalitu díla.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrná	<input type="checkbox"/> průměrná	<input type="checkbox"/> podprůměrná	<input type="checkbox"/> slabá
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Hodnocení publikační a jiné činnosti doktoranda

Doktorandka ve své práci v seznamu publikací uvádí 45 příspěvků na konferencích domácích i zahraničních a článků ve vědeckých časopisech, v nichž je spoluautorkou. Tento rozsah publikované práce svědčí o autorčině vynikající produktivitě v letech 2017 až 2023.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrná	<input type="checkbox"/> průměrná	<input type="checkbox"/> podprůměrná	<input type="checkbox"/> slabá
------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Poznámky a připomínky k textu práce

V DP autorka uvádí měření teploty vzorků vztažených k teplotě okolí, jsou uváděny pouze rozdíly teplot. Při jaké teplotě byly experimenty realizovány a jak stabilní byla teplota prostředí?

Obrázky Vývoj dominantních frekvencí (5.2. a další) by zasloužily podrobnější vysvětlení, jak se má čtenář orientovat ve shluku různobarevných čar.

Na grafu na str. 92 chybí popis vodorovné osy.

Závěr

Předložená disertační práce beze zbytku splňuje všechny požadavky kladené na práce v této kategorii. Jsou jasně specifikované cíle, podrobně popsané metody řešení a výsledky zformulovány a shrnuty v závěru.

Uchazečka zpracováním disertační práce prokázala způsobilost k samostatné tvůrčí vědecké práci ve smyslu § 47 zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a změnách a doplnění dalších zákonů.

Doporučuji, aby disertační práce **byla** přijata k obhajobě a aby v případě jejího úspěšného obhájení byl

Ing. et Ing. Michaele Hodulákové

udělen akademický titul „doktor“ (ve zkratce „Ph.D.“ uváděné za jménem).

Datum: 10.8.2024

Podpis oponenta práce: