

Posudek disertační práce

Autor práce: Ing. Martin Ťažký
Název práce: Studium zefektivnění využití aktivních příměsí pro výrobu betonu
Studijní obor: P3607 Stavební inženýrství (nDK)
Oponent: doc. Ing. Karel Dvořák, Ph.D.
karel.dvorak@vut.cz

Datum zadání posudku: **14.3.2025**

Aktuálnost tématu disertační práce

Předložená disertační práce se zabývá tématem zefektivnění využívání aktivních příměsí pro výrobu betonu. Hlavní pozornost je věnována elektrárenským popílkům a metodám jejich aktivace. Hledány byly způsoby mechanické aktivace nevyužívaných ložových popílků a chemická aktivace vysokoteplotního úletového popílku přidavkem popílku fluidního, a to s respektem k legislativou stanovených limitů. Využívání nejen vedlejších energetických produktů efektivním a účelným způsobem je stále vysoce aktuálním tématem, a to jak z environmentálního pohledu, tak z pohledu socioekonomického požadavku. Vysoce cením zakomponování legislativního hlediska do celkové koncepce práce. Výsledky řešení tak mohou být snadněji aplikovány i v praxi bez zbytečného prodlení.

Hodnocení:

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

Splnění cílů disertační práce

Cílem disertační práce byl vývoj nových druhů směsí aktivovaných popílků, s respektem k zpřísňujících se požadavků na enviromentální a ekonomickou stránku produkce stavebních hmot. Pozornost byla věnována jak popílkům z klasické technologie spalování, tak popílkům vzniklým technologií fluidního spalování. Studován byl vliv technologie selektivní nekatalytické redukce dusíku (SNCR) na vlastnosti elektrárenských popílků. Tato technologie byla do jejich produkce zavedena relativně nedávno. Hlavním cílem pak bylo hledání cesty pro využití hrubých popelů z lože kotle, které díky nevhodné granulometrii nemají dosud v technologii betonu využití jako aktivní příměs.

Cíle práce byly splněny. V rámci disertační práce byly vyvinuty směsi na bázi aktivovaných popílků. Za přínosné považuji, že vyvinuté směsi byly ověřeny v rámci prefabrikace i v rámci technologie transportbetonu, a to vždy s respektem k požadavkům ČSN EN 450-1.

Disertační práce přináší nové poznatky v oblasti chování popílků po procesu SNCR a dále o chování popílku upravených mletím. Významný je vhléd do procesu vzájemného ovlivnění různých typů popílků a popis efektu chemické aktivace vysokoteplotního popílku volným vápnem, které je

přítomné v popílcích fluidních. V rámci práce vznikla aparatura pro měření uvolňování amoniaku. V rámci práce vznikla metodická příručka pro používání popílku po SNCR a navržena byla limitní hodnota amonných iontů 150 mg/kg. V druhé fázi vznikla metodika pro efektivní návrh a výrobu směsných popílků tak aby byl maximalizován efekt vzájemné chemické aktivace složek. Ocenit lze i poloprovozní ověření výsledků a prokázání aplikovatelnosti v souladu s legislativními požadavky.

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

Práce zpracovává poměrně rozsáhlý soubor dat. A to jak dat získaných rešeršní činností dostupných literárních zdrojů, tak dat naměřených v rámci vlastních experimentů. V práci jsou kombinována a analyzována data získaná z dostupných informačních zdrojů a data získaná měřeními vlastních vzorků. Autor zde prokázal znalosti v oblasti aplikace logických a komparativních metod zpracování informací. V experimentální části, která je věnovaná studiu vlastností popílku, vlivu SNCR, vlivu mechanické aktivace i validaci výsledků v technologii betonu prokázal autor znalosti nejen správné laboratorně technické praxe, ale i znalost technik hodnocení technických a technologických dopadů zvolených postupů na dosažený výsledek. Zvolené metody zpracování a analýzy jsou vhodné pro vytyčený záměr. Celkový koncept experimentu je dobře promyšlen. Vznikl poměrně rozsáhlý soubor dat, který mohl být ve finále trochu hlouběji analyzován. V práci oceňuji zejména komplexní pojetí a provázanost mikrostrukturálního, fyzikálně mechanického a aplikačního přístupu k řešení práce.

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

Disertační práce je rozhodně přínosem pro rozvoj vědního oboru a oblasti využitelnosti různých typů popílků produkovaných v zařízeních s SNCR. Betony nebo směsné cementy, které využívají pucolánovou složku mají relativně nižší uhlíkovou stopou jsou a budou nabývat na významu. Problematika popílků po SNCR je aktuálním a široce diskutovaným tématem. Dále je významným přínosem návrh a prokázání funkčnosti postupu přípravy směsných popílků. Kdy fluidní popel v jistém poměru s vysokoteplotním popílkem velmi dobře působí jako příměs v betonové směsi.

Velmi oceňuji provázání výsledků a měření do praxe a návrh funkčních postupů.

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

Práce o rozsahu 215 stran včetně příloh je doplněna bohatým obrazovým a tabelárním aparátem, obsahuje 98 obrázků a grafů a 62 tabulek. Jazyková úroveň je na dobré. Text je psán technicky dobře srozumitelným jazykem bez významného množství překlepů a chyb, které se v díle takového rozsahu vždy vyskytnou. Graficky i tabelárně je práce poměrně přehledná. Rozsah práce je větší, než je obvyklé. Nicméně to je vzhledem k šíři záběru pochopitelné.

Hodnocení:

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

Hodnocení publikační a jiné činnosti doktoranda

Ing. Tažký v rámci doktorského studia pravidelně publikoval v zahraničních časopisech. Celkový počet záznamů ve Web of science (WoS) je 6. Z toho 3 publikace v časopisech. Celkem je ve WoS evidováno 82 citací. Jedná se o adekvátní počet publikací vzhledem k oboru, ve kterém doktorand působí.

Hodnocení:

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

Poznámky a připomínky k textu práce

K práci samotné mám několik postřehů, připomínek a dotazů:

1) Str. 14. Opravdu lze podíl CO₂ při výrobě cementu snížit jen pomocí paliva? Jak je to myšleno? Není to myšleno spíše na výrobu slínku?

2) Str. 18. Co jsou hydratační krystaly?

3) Str. 43 a 44. Jsou uvedené rovnice v pořádku? Prosím o bližší vysvětlení ztrát žíhání u popelů. Vysvětlení je nejasné.

4) Str. 45. Prosím vyjasnit karbonáty/sulfáty/chloridy

5) Jak a proč byla stanovena hladina 150mg/kg?

6) Str. 108. Termín povrchové napětí není v tomto kontextu v pořádku. Prosím vysvětlit.

7) Str. 111. Znamená tvrzení o vlivu společného mletí, že jedna fáze funguje jako vnitřní mlecí element? Můžeme se s podobným efektem setkat i jinde, třeba při výrobě cementu?

8) Proč si myslíte, že volné CaO v případě fluidních popílků nebude vadit s pohledu možné objemové stability v porovnání například s volným CaO v cementu?

9) Prosím o bližší vysvětlení, co je Hatrurit, který je v práci několikrát zmiňován?

10) Prosím o podrobnější vysvětlení termínu mechanická aktivace. Je mísení mechanická aktivace? Existuje také termín mechanochemická aktivace. Je zde nějaký rozdíl?

11) Vysvětlení vlivu náhrady slínku za popílek na odolnost proti SO₂ je v pořádku. Obecná otázka mohou být Afm fáze přítomné v kompozitu z dlouhodobého hlediska rizikové?

Závěr

Předložená práce se zabývá se aktuálním tématem využitelnosti různých typů popílků v cementových kompozitech. Pozornost byla věnována popílkům po SNCR a dále aktivovaným čistým i směsným popílkům. Práce je přínosem jak pro další výzkum, tak pro technickou praxi,

kdy některá doporučení a závěry práce již byly využity v rámci technické praxe. V práci je využita řada experimentálních metod, laboratorních i poloprovozních řešení. Byly zpracovány a aplikovány i nové metodické postupy. Práce jednoznačně splňuje očekávání, kladená na disertační práci.

Uchazeč zpracováním disertační práce prokázal 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. Martinu Ťažkému

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

Datum: 13.5.2025

Podpis oponenta práce: