

Gliwice, 05.10.2016r.

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Giergiczny
ul. Akademicka 5
44-100 Gliwice
Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Budownictwa
Katedra Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Dąbrowskiego pt. „Wpływ dodatku popiołów lotnych wapiennych na mikrostrukturę i mrozoodporność kompozytów o matrycach cementowych”

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowi pismo sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie z dnia 1 lipca 2016r. informujące o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Mariusza Dąbrowskiego pt. „Wpływ dodatku popiołów lotnych wapiennych na mikrostrukturę i mrozoodporność kompozytów o matrycach cementowych”.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pt. ” „Wpływ dodatku popiołów lotnych wapiennych na mikrostrukturę i mrozoodporność kompozytów o matrycach cementowych” – Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN Pracownia Pól Odkształceń, Warszawa 2016.. Promotorem rozprawy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Michał A. Glinicki, a promotorem pomocniczym dr hab. inż. Daria Józwiak- Niedźwiecka.

Rozprawa składa się z 2 części:

- właściwej rozprawy o objętości 156 stron, spis cytowanych pozycji bibliograficznych w tym tomie obejmuje 146 pozycji literaturowych oraz 27 cytowanych norm i zaleceń technicznych;
- płyty DVD z załącznikami.

3. Ocena trafności podjęcia tematu, sformułowania celu i tez pracy

Cel oraz problem naukowy, który autor podjął się rozwiązać, został sformułowany przejrzysto i jednoznacznie, a mianowicie określenie wpływu popiołów lotnych ze spalania węgla brunatnego w kotłach konwencjonalnych na mikrostrukturę i fizyczne właściwości betonów cementowych, ze szczególnym uwzględnieniem trwałości w środowisku oddziaływań cyklicznego zamrażania i rozmrażania w obecności środków odladzających. Autor postawił dwie tezy do udowodnienia w prowadzonych badaniach.

1. Wykorzystanie przetworzonych popiołów lotnych wapiennych poprawi mikrostrukturę porów powietrznych w napowietrzonych kompozytach cementowych.
2. Przetwarzanie popiołów lotnych wapiennych poprawi odporność kompozytów cementowych na cykliczne zamrażanie i rozmrażanie w obecności środków odladzających.

Podjęta przez Pana mgr inż. Mariusza Dąbrowskiego tematyka dotyczy ciągle bardzo ważnego i aktualnego problemu jakim jest szersze stosowanie w praktyce przemysłowej ubocznych produktów przemysłowych w składzie materiałów budowlanych, w tym spoiw i cementów oraz kompozytach z ich udziałem (głównie w zaprawach budowlanych i betonie). Polityka ekologiczna Unii Europejskiej (ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, głównie CO₂) stała się inspiracją do poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych zmierzających do zmniejszenia zużycia energii i surowców nieodnawialnych w produkcji spoiw budowlanych, w tym cementu. Jednym z zasadniczych kierunków działań jest ograniczenie zawartości klinkieru portlandzkiego w składzie cementu i betonu, na rzecz nieklinkierowych składników głównych. Produkcja i stosowanie cementów wieloskładnikowych, jak też stosowanie popiołu lotnego w charakterze dodatku typu II w składzie betonu, pozwala dostosować się do założeń polityki zrównoważonego rozwoju, m.in. poprzez redukcję kosztów produkcji, zwiększenie stopnia wykorzystania odpadów, zmniejszenie produkcji energochłonnego i surowcochłonnego klinkieru portlandzkiego oraz obniżenie emisyjności.

Rozpatrując potencjalne możliwości rozszerzenia zakresu stosowania normowych składników cementu dostępnych w kraju, zauważa się niewielkie wykorzystanie popiołu lotnego wapiennego, mimo znacznych jego zasobów (ok. 4-5 mln ton rocznie przy spalaniu węgla brunatnego w El. Bełchatów i elektrowniach PAK) i umocowania normalizacyjnego w normie PN-EN 197-1 na cementy powszechnego użytku, jak i też bardzo interesujące właściwości.

Dlatego też uważam, że podjęta przez Pana mgr inż. Mariusza Dąbrowskiego tematyka badawcza jest ważna i aktualna. Obejmuje swoim zakresem zagadnienia istotne nie tylko z punktu widzenia właściwości fizycznych i mechanicznych betonów cementowych, ale głównie ukierunkowane na trwałość tj. badania mające na celu ocenę wpływu popiołów lotnych na mikrostrukturę kompozytów cementowych i ocenę odporności tego rodzaju kompozytów na cykliczne zamrażanie i rozmrażanie w obecności soli odladzających (istotna właściwość w warunkach klimatycznych naszego kraju). Podjęte problematyka badawcza ma charakter bardzo złożony, wymagająca od autora szerokiego zapoznania się z problematyką spoiw hydraulicznych, dodatkami mineralnymi i domieszkami chemicznymi, kształtowaniem mikrostruktury stwardniałego kompozytu, zwłaszcza w zakresie porowatości, w takim stopniu, aby posiadał odpowiednią odporność na agresję spowodowaną zamrażaniem/rozmrażaniem przy udziale środków odladzających.

Istotnym czynnikiem, z aplikacyjnego i poznawczego punktu widzenia, jest także podjęcie badań mających na celu waloryzację (uzdatnianie) wapiennych popiołów lotnych i pokazanie wpływu tego procesu na mikrostrukturę kompozytów cementowych z udziałem uszlachetnionych popiołów lotnych oraz możliwość szerszego technologicznego stosowania w przemyśle materiałów budowlanych.

Rozprawa doktorska jest podzielona na część literaturową i doświadczalną. Zamieszczone w punkcie 2 i 3 rozprawy studium literaturowe stanowi syntetyczną, ale pogłębioną analizę stanu wiedzy na temat kształtowania trwałości kompozytów cementowych w środowisku cyklicznego oddziaływania mrozu, jak i efektu stosowania popiołów lotnych wapiennych w składzie kompozytów cementowych. Cytowane pozycje literaturowe, krajowe i zagraniczne, są aktualne i istotne dla omawianej problematyki merytorycznej. Oczywiście, trudno jest uporządkować tak obszerną tematykę i bogactwo detalicznych informacji, podsumowań i zachować dystans, zwłaszcza początkującemu badaczowi. Uporządkowanie różnych opinii, punktów widzenia, sposobów podejścia do zagadnienia oraz opisów wymaga sporego doświadczenia i wprawy w pisaniu prac naukowych. Zdaniem recenzenta autor rozprawy poradził sobie z tym problemem nie najgorzej. W końcowej części literaturowej Autor zreasumował aktualny stan badań i uzasadnił celowość podjętych badań własnych.

Stwierdzam, że Pan mgr inż. Mariusz Dąbrowski przekonywująco uzasadnił potrzebę podjęcia tematu rozprawy. Zdaniem recenzenta problem naukowy, mający także znamiona aplikacyjne, został sformułowany właściwie. Mała uwaga recenzenta dotyczy faktu, iż będący obszarem zainteresowania popiół lotny z węgla brunatnego w znakomitej większości,

nie spełnia wymagań zawartych w normie PN-EN 450-1:2013 „Popiół lotny do betonu Część 1 : Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności”, jak też zagranicznych (głównie w zakresie dotyczącym miąższości i wodozadržności). Jednak nie umniejsza to naukowego podejścia do zagadnienia.

Uwagi krytyczne recenzenta w tej części pracy dotyczą przyjętych sformułowań i terminów, które zostały przekazane autorowi w trakcie konsultacji., np. cytowania wymagań z nieaktualnej wersji normy PN-EN 450-1 (tablica 3.4) i stosowania jej przy charakterystyce składników betonu (str. 51-52), czy omawianie efektu synergii dodatków, które w praktyce budowlanej rzadko są stosowane (rys. 3.12).

Badania własne autora zostały zawarte w części doświadczalnej rozprawy (punkty 4-10) i obejmują swoim zakresem:

- dobór składników i projektowanie składu betonu,
- opis metodyki badań,
- charakterystykę wapiennych popiołów lotnych,
- efekty wynikające z przetwarzania (aktywacji) popiołów lotnych wapiennych,
- ocenę wpływu popiołów lotnych wapiennych (nieprzetworzonych i aktywowanych) na mikrostrukturę i właściwości kompozytów cementowych,
- ocenę technologiczną i materiałową użycia popiołów lotnych wapiennych w kompozytach o projektowanej mrozoodporności.

Całość rozprawy zamyka podsumowanie i wnioski końcowe.

Podkreślić należy, że program badań własnych w pracy był bardzo szeroki i pracochłonny. Zastosowane metody badawcze, jak i prowadzona analiza otrzymanych wyników badań własnych, została przeprowadzona szczegółowo i w zdecydowanej większości poprawnie merytorycznie. Świadczy to o dobrym przygotowaniu doktoranta do prowadzenia prac naukowo-badawczych.

W części doświadczalnej doktorant zastosował trzy cementy referencyjne o różnym składzie mineralnym i pięć partii popiołu lotnego o zmiennych właściwościach chemicznych i mineralnych. W badaniach użyte zostały także cementy wieloskładnikowe z udziałem takich składników głównych cementu takich jak: popiół lotny krzemionkowy, czy granulowany żużel wielkopiecowy. Zostały także przetestowane domieszki napowietrzające o różnej bazie chemicznej (7 sztuk).

Analizując treść rozprawy widać jak pracochłonną pracę wykonał Autor - badaniom poddano kilkadziesiąt składów kompozytów cementowych. W kolejnych rozdziałach autor

prezentuje uzyskane wyniki badań kluczowych cech z punktu widzenia mikrostruktury i odporności betonu na cykliczne zamrażanie/rozmarzanie betonu.

W swoich dociekaniach Autor nie ogranicza się tylko do oceny wpływu stosowania popiołu lotnego w składzie betonu na agresję związaną z zamrażaniem i rozmrażaniem, ale także poddaje szerokiej analizie wpływ popiołu lotnego wapiennego na właściwości mechaniczne kompozytów cementowych, przenikalność jonów chlorkowych, jak też kompatybilność ze stosowanymi domieszkami upłynniającymi i napowietrzającymi. Znacząca część pracy poświęcona jest morfologii ziaren popiołu lotnego wapiennego, ocenie ich kształtu, powierzchni i wielkości.

Istotnym problemem naukowym poruszonym w rozprawie jest pokazanie możliwości polepszenia właściwości wapiennych popiołów lotnych poprzez separację ziarnową ukierunkowaną głównie na usunięcie z popiołu ziaren niespalonego węgla, jak też zastosowanie aktywacji mechanicznej (przemiału) w celu zwiększenia (uwypuklenia) aktywności pucolanowo-hydraulicznej wapiennego popiołu lotnego. Uszlachetnione popioły lotne, zarówno stosowane oddzielnie, jak też w składzie cementów wieloskładnikowych, zostały szeroko przebadane pod kątem procesu napowietrzenia, jak i mikrostruktury kompozytów cementowych, czynników istotnych z punktów widzenia właściwego napowietrzenia betonów.

Nie bez znaczenia jest prowadzenie równoległe badań na dwóch cementach o zmiennej zawartości glinianu trójwapniowego i ekwiwalentu alkalicznego. Z jednej strony pozwala to na uwzględnienie wpływu cementu na kształtowanie się mikrostruktury kompozytu cementowo-popiołowego i odporności na działanie niskich temperatur, zwłaszcza w obecności środków odladzających, a z drugiej strony dają możliwość szerszej aplikacji uzyskanych wyników badań w praktyce budowlanej.

Według recenzenta interesujące są także wyniki badań w zakresie migracji jonów chlorkowych w kompozytach wykonanych z cementów o różnej zawartości glinianu trójwapniowego. Potwierdzają one wcześniejsze rezultaty różnych zespołów badawczych, krajowych i zagranicznych, i są ważnym przyczynkiem w dyskusji nad preferencyjnym stosowaniem w naszym kraju cementów portlandzkich SR, zdaniem recenzenta niepotrzebnie i błędnie, w budowie dróg i mostów, czyli obiektów budowlanych narażonych na korozję chlorkową związaną ze stosowaniem soli chlorkowych do zimowego utrzymania dróg.

Zdaniem recenzenta postawione w rozprawie wnioski wynikają z uzyskanych wyników badań i postawione są prawidłowe, może poza wnioskiem dziesiątym, w którym podpunkt „a” jest sprzeczny z podpunktem „c” .

Naturalnym obowiązkiem recenzenta jest również krytyczne spojrzenie na ocenianą rozprawę. W trakcie zapoznawania się z treścią rozprawy doktorskiej pojawiły się uwagi, które w opinii recenzenta warto uwzględnić w dalszych badaniach lub podczas publikowania wyników recenzowanej rozprawy:

- należy w przyszłości w prowadzonych badaniach należy większą uwagę zwrócić uwagę na porowatość warstwy powierzchniowej betonu, zwłaszcza kiedy stosujemy cementy z dodatkami mineralnymi,
- dlaczego jest tak duża różnica w ilości stosowanej domieszki napowietrzającej w przypadku użycia popiołu domielonego (trzykrotne zwiększenie), a popiołem domielonym w trakcie produkcji cementu (wspólnie przemielany z klinkierem, zmniejszenie zapotrzebowania),
- brak wytycznych praktycznego stosowania wapiennych popiołów lotnych w składzie betonu mrozoodpornego, np. ile popiołu lotnego wapiennego można stosować w składzie betonu, jak dozować domieszki, sposób pielęgnacji betonu, proponowany termin rozpoczęcia badań testów mrozoodporności, które metody badań mrozoodporności Autor preferuje.

Powyższe uwagi nie umniejszają mojej pozytywnej oceny recenzowanej rozprawy doktorskiej. Stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska ma elementy poznawcze, a także aplikacyjne. Autor treścią rozprawy wykazał, że radzi sobie z warsztatem badawczym, a sposób prezentacji i interpretacji uzyskanych wyników badań stwarza dobre perspektywy kontynuacji badań w opisywanym obszarze i podejmowania nowych wyzwań naukowych.

3. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że praca Pana mgr inż. Mariusza Dąbrowskiego pt.: „Wpływ dodatku popiołów lotnych wapiennych na mikrostrukturę i mrozoodporność kompozytów o matrycach cementowych”, spełnia ustawowe wymagania stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie o tytule i stopniach naukowych z 14 marca 2003r. (art.13 ust.1) i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Gliwice, 05.10.2016r.