Dr hab. inż. Tomasz Z. Błaszczyński Prof. nadzw. PP
Politechnika Poznańska
60-965 Poznań, ul. Piotrowo 5

Poznań, dnia 21 stycznia 2014 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Gambala
pt.: „Wpływ struktury żużla pomiedziowego pieca elektrycznego na wybrane cechy matrycy cementowej"

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej z dnia 20.09.2013r., w ślad za Uchwałą Rady Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej z dnia 13.09.2013r.

1. WSTĘP

Przedmiotowa praca mieści się w tak dynamicznie dzisiaj rozwijającej się dziedzinie budownictwa, jakim jest budownictwo zrównoważonego. Narodzin idei budownictwa zrównoważonego należy szukać w początkach nowej drogi w rozwoju świata, drogi rozwoju zrównoważonego. Przez lata postęp odbywał się bez względu na konsekwencje. Konsekwencje, jakie tak gwałtowny rozwój gospodarczy niósł ze sobą, stopniowo były dostrzegane i wskazywane, jako niedopuszczalne. O ile jednak świadomość społeczna rosła, o tyle dużo trudniej było wyegzekwować jakiekolwiek zmiany w działalności człowieka. Dopiero wraz z upowszechnieniem dowodów degradującego wpływu eksploatacji dóbr natury, pojawiła się nowa idea rozwoju, w której znalazło się miejsce na określenie wymagań związanych z ochroną środowiska. Pojawiła się koncepcja ekorozwoju, w której obok aspektów ekonomicznych znalazły się postulaty związane ściśle z problemem wpływu działalności człowieka na środowisko naturalne. Tym cenniejsza jest propozycja utylizacji trudnych odpadów z zamianą na uzdatnione materiały budowlane. Często odpadowe produkty energetyki i hutnictwa są także cennym składnikiem betonów. Umożliwiają kształtowanie ich właściwości, aby kompozyt ten

mógł sprostać coraz trudniejszym wymaganiom w zastosowaniach takich, jak np. infrastruktura komunikacyjna i podziemna, roboty inżynieryjne i górnicze, obiekty ochrony środowiska i inne. Zastosowanie zatem odpadowych surowców w budownictwie stało się nieodwracalnym procesem, spójnym z ideą zrównoważonego rozwoju. Tym bardziej, że szereg odpadów zawiera niezwykle cenne dla produkcji materiałów budowlanych związki, stanowiące substytut istniejących na rynku dodatków. Jest to szczególnie aktualne w związku z informacją, że KGHM Polska Miedź S.A. od roku 2012 ujednolica technologię produkcji miedzi, co spowoduje znaczący wzrost głównego odpadu w tym procesie, jakim jest żużel z pieca elektrycznego. Z tego powodu jego produkcja wzrośnie z 400 000 ton aż do około 1 000 000 ton rocznie. Stąd idea odpowiedniego zagospodarowania tegoż żużla jest nadzwyczaj cenna.

W związku z powyższym należy podkreślić, że tematyka rozprawy dotycząca próby utylizacji tego odpadu w celu wykorzystania go do produkcji betonu i to jeszcze o lepszych parametrach, jest zgodna ze współczesnymi kierunkami badań.

2. ZAWARTOŚĆ PRACY

Praca składa się tylko z części zasadniczej (110 stron maszynopisu) bez żadnych załączników.

W związku z tym praca obejmuje:

- Część wstępną (2 rozdziały – 27 stron maszynopisu),
- Opis metodyki badań i charakterystyki zastosowanych materiałów (2 rozdziały – 20 stron maszynopisu),
- Badania własne z interpretacją i analizą wyników (3 rozdziały – 45 stron maszynopisu),
- Podsumowanie i wnioski (2 rozdziały – 9 stron).

Oryginalną część rozprawy stanowią rozdziały 3-7. W rozdziale 3 przedstawiono obszerny program badawczy, materiały i metody badań. Charakterystykę użytych do badań materiałów zawiera rozdział 4. Natomiast rozdział 5 przedstawia wpływ zastosowanych dodatków na wybrane cechy matrycy cementowej oraz mikrostrukturę, rodzaj i morfologię hydratów w zaczynach, a także skład fazowy zaczynów bez i z badanymi dodatkami z żużla pomiedziowego z pieca elektrycznego oraz charakterystykę zapraw modyfikowanych

dodatkami z żużla pomiedziowego. W rozdziale 6 zawarto zachowanie się dodatków w układzie z cementem w wybranych środowiskach agresywnych, a w rozdziale 7 przedstawiono wyniki badań wymywalności metali z żużli pomiedziowych i zapraw bez i z badanymi dodatkami. Rozdziały 8 i 9 zawierają podsumowanie pracy i wnioski.

Bibliografia załączona do pracy zawiera 103 pozycje, z czego 87 to pozycje książkowe, referaty i artykuły z prasy naukowo-technicznej, a pozostałe pozycje to normy. W całej bibliografii jest 63% pozycji w języku polskim oraz 32% pozycji w języku angielskim. Dodatkowo należy podkreślić aktualność wykorzystanych pozycji literaturowych, gdyż 74% bibliografii jest wydana po roku 2000, a jedynie 14% przed rokiem 1994, z czego głównie są to pozycje będące już „klasykami literatury". Na podkreślenie również zasługuje fakt, że współautorem 9 pozycji w załączonej bibliografii jest autor rozprawy doktorskiej, a jedna z nich została opublikowana w czasopiśmie z listy filadelfijskiej. Załączono również wykaz ważniejszych oznaczeń stosowanych w pracy.

3. MERYTORYCZNA OCENA ROZPRAWY

Od razu i jednoznacznie stwierdzam, że opiniowaną rozprawę Mgr inż. Pawła Gambala oceniam wysoce pozytywnie. Chciałbym to uzasadnić następującymi, ujętymi w punktach argumentami.

3.1. Koncepcja badań własnych przedstawionych w pracy opiera się na wielofunkcyjności dodatków i możliwości zmian udziału poszczególnych osiąganych efektów zarówno na etapie przygotowania materiału, jak i w czasie eksploatacji budowli. Tego typu badania są rzadkością i należy podkreślić, że mają one duże znaczenie nie tylko poznawcze, ale i bezpośrednie odniesienie praktyczne.

3.2. Przeprowadzone kompleksowe badania, z wykorzystaniem współczesnych narzędzi badawczych (m. in. SEM, XRD, DTA, płomieniowa absorpcyjna spektrometria atomowa i płomieniowa emisyjna spektrometria atomowa), do wszechstronnej charakterystyki samego żużla i żużla w układzie z cementem w normalnych warunkach eksploatacyjnych oraz w warunkach oddziaływań destrukcyjnych wykazały, że funkcje jakie mogą pełnić dodatki z żużla zmieniają się w czasie. Wielkość tych zmian zależy od aktywności dodatku warunkowanej jego składem chemicznym i strukturą.

3.3. Obszerny program badawczy został konsekwentnie i bardzo kompetentnie zrealizowany, a wyniki badań są czytelnie przedstawione oraz wnikliwie i należycie zinterpretowane. Wszystko to świadczy o dojrzałości badawczej doktoranta.

3.4. Uzyskane wyniki pozwoliły na sformułowanie znaczących wniosków. Doktorant szczegółowo przeanalizował wpływ zastosowanych dodatków na wybrane cechy matrycy cementowej oraz mikrostrukturę, rodzaj i morfologię hydratów w zaczynach. A także określił odporność korozyjną przygotowanych przez siebie zapraw na podstawie zmian wytrzymałości, zarówno w środowisku kwasowym, jak i siarczanowym oraz wymywalność metali z żużli pomiedziowych oraz zapraw, bez i z badanymi dodatkami.

3.5. Należy również zwrócić uwagę na rozdział 2, który stanowi zwięzłe omówienie stanu wiedzy związanej z podstawami stosowania dodatków mineralnych w technologii betonu, uzyskiwanymi efektami, mechanizmami działania i zakresem ich stosowania. Omówiono również ogólnie przyczyny, rodzaje i skutki korozji chemicznej matrycy cementowej ze szczególnym uwzględnieniem korozji kwasowej i siarczanowej, związanych z przedmiotem rozprawy. Przedstawiono dotychczasowe wyniki badań nad zastosowaniem żużli pomiedziowych w technologii betonu w różnych krajach.

3.6. Do oryginalnych osiągnięć doktoranta niewątpliwie zaliczyć trzeba:

- wykazanie, że żużel pomiedziowy z pieca elektrycznego Huty Miedzi Głogów, niezależnie od jego struktury zależnej od warunków tworzenia, a mianowicie: żużel granulowany – o strukturze bezpostaciowej, żużel poddany procesom powolnej krystalizacji – o strukturze krystalicznej oraz żużel poddany procesom wysokotemperaturowej obróbki wtórnej – o strukturze krystalicznej, może być stosowany jako dodatek mineralny do modyfikacji kompozytów cementowych, nawet przy zastąpieniu 30% masy cementu; co skutkuje zmianą wybranych właściwości matrycy cementowej, przy zachowaniu dotychczasowych parametrów, w zasadzie na niezmienionym poziomie;
- udowodnienie, że dodatki (PR1, PR2 i PR3) zmniejszają wrażliwość matrycy cementowej na działanie korozji rozpuszczania (środowisko agresywne kwasowe), jak i pęcznienia (środowisko agresywne siarczanowe), a także wykazanie w badaniu mrozoodporności zapraw osiągnięto o ok. połowę mniejszy spadek wytrzymałości na ściskanie zapraw z tymi dodatkami w stosunku do zaprawy porównawczej;

4. UWAGI OGÓLNE

Pozytywna ocenia opiniowanej rozprawy nie oznacza, że nie można w odniesieniu do niej sformułować uwag krytycznych czy raczej dyskusyjnych, które przedstawiono poniżej.

4.1. W pracy nie przedstawiono jej celu ani głównych tez, a jedynie w p. 2.3. przedstawiono przedmiot pracy w postaci pytania: „*...czy warunki powstawania żużla pomiedziowego wpływają na jego zachowanie się w układzie z cementem oraz określenie efektów użycia tego żużla jako składnika matrycy cementowej z ukierunkowaniem na poznanie jego wpływu na wybrane cechy kompozytów? ...*".

4.2. Technologię przygotowania dodatków (PR1, PR2 i PR3) oraz zakres proponowanych badań umieszczono na końcu p. 2.3. *Żużel pomiedziowy jako składnik kompozytów cementowych*, który jest elementem rozdziału wstępnego 2 opisującego stan wiedzy, zamiast w rozdziale 3. *Przeprowadzone badania i stosowane metody*, który konsekwentnie powinien nazywać się *Zastosowane materiały, przeprowadzone badania i stosowane metody*.

4.3. Wielu autorów nie przykłada znaczącej wagi do przedstawienia dalszych kierunków badań, nie ustosunkowując się do nich w ogóle lub bardzo skrótowo. Autor rozprawy także nie przedstawił dalszych kierunków badań, a należy domniemywać, że jest ich spora ilość. Zwłaszcza gdy dotychczasowe badania wypadły tak pozytywnie.

5. UWAGI SZCZEGÓŁOWE

W pracy znajdują się nieliczne literówki i błędy interpunkcyjne, a także nie do końca czytelne nomogramy (jak np.: zamieszczone Dyfraktogramy na str. 38 i 39). Jednakże błędy te nie mają wpływu na pozytywną ocenę pracy oraz na jej jakość. W związku z tym uwagi te zostały przekazane bezpośrednio doktorantowi i nie umieszczano ich w recenzji.

6. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Należy podkreślić, że tytuł pracy w pełni odzwierciedla jej treść.

Do szczególnie wartościowej części rozprawy należy zaliczyć rozdziały 5-7, gdzie przedstawiono wpływ zastosowanych dodatków na wybrane cechy matrycy cementowej oraz mikrostrukturę, rodzaj i morfologię hydratów w zaczynach, a także skład fazowy zaczynów bez i z badanymi dodatkami z żużla pomiedziowego z pieca elektrycznego oraz charakterystykę zapraw modyfikowanych dodatkami z żużla pomiedziowego oraz zachowanie się dodatków w układzie z cementem w wybranych środowiskach agresywnych. Wartościowe są też wyniki badań wymywalności metali z żużli pomiedziowych oraz zapraw bez i z badanymi dodatkami.

Cel rozprawy został osiągnięty a uzyskane wyniki są oryginalne i wartościowe. Należy podkreślić, że rozprawa wnosi nowe elementy do technologii betonu.

Po analizie rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Gambala stwierdzam, że rozprawa pt.: „Wpływ struktury żużla pomiedziowego pieca elektrycznego na wybrane cechy matrycy cementowej" spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Równocześnie stawiam wniosek o jej dopuszczeniu do publicznej obrony na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej.