

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

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Adriana Ciołczyka „Spoiwa na bazie ubocznych produktów spalania węgla do zastosowań w budownictwie drogowym”

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowią:

- pismo dziekana Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej z dnia 30.01.2013r. informujące o powołaniu mnie przez Radę Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Adriana Ciołczyka pt. „Spoiwa na bazie ubocznych produktów spalania węgla do zastosowań w budownictwie drogowym”.
- rozprawa doktorska pt. „Spoiwa na bazie ubocznych produktów spalania węgla do zastosowań w budownictwie drogowym” – Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa, Katedra Dróg i Mostów, Gliwice, 2013r.

2. Ocena rozprawy doktorskiej

Za cel realizowanej rozprawy doktorant przyjął opracowanie technologii wytwarzania spoiwa z wykorzystaniem odpadów z energetyki zawodowej do stosowania w technologiach drogowych i geotechnicznych. Zakres badań, określony przez autora rozprawy, obejmował:

- uzyskanie spoiwa popiołowego poprzez aktywację alkaliczną popiołu krzemionkowego i wapiennego,
- uzyskanie spoiwa wieloskładnikowego składającego się z ubocznych produktów towarzyszących spalaniu węgla w kotłach fluidalnych oraz zmielonego granulowanego żużla wielkopieczowego z uwzględnieniem możliwości stosowania cementu jako dodatku stabilizującego (aktywizującego).

1. N

Autor postawił w rozprawie trzy tezy:

- teza pierwsza – popioły krzemionkowe bez produktów odsiarczania, nieposiadające w stanie naturalnym właściwości wiążących, mogą stać się samodzielnym spoiwem drogowym po ich aktywacji alkalicznej,
- teza druga – aktywacja alkaliczna popiołów lotnych o dużej zawartości związków wapniowych, posiadających właściwości wiążące, umożliwi uzyskanie spoiw o podwyższonych parametrach wytrzymałościowych,
- w środowisku silnie alkalicznym, powstającym przy zarobieniu wodą odpadów energetycznych o wysokiej zawartości związków wapniowych, dodatek mielonego żużla wielkopieczowego znacząco podniesie wytrzymałość uzyskanych spoiw popiołowo-żużlowych w stosunku do spoiw bazujących jedynie na popiołach lotnych lub odpadach dennych.

Zdaniem recenzenta mgr inż. Adrian Ciołczyk podjął się ambitnego tematu z punktu widzenia naukowego i poznawczego, jakim jest alkaliczna aktywacja spoiw zwanych, w ostatnich latach, geopolimerami. Można powiedzieć, że geopolimery są nowoczesnymi, innowacyjnymi, nieorganicznymi materiałami kompozytowymi, składającymi się z amorficznych polimerów – glinokrzemianów o specyficznym składzie i właściwościach.

Badania nad alkaliczną aktywacją spoiw prowadzone są od wczesnych lat 50 tych. W naszym kraju od kilkadziesiąt lat badania w tym obszarze prowadzone są na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH w Krakowie (prace prof. J. Małolepszego i prof. J. Deji).

Zaletą spoiw aktywowanych alkalicznie jest szeroka baza substratów, od typowych spoiw począwszy, poprzez naturalne surowce glinokrzemianowe, a na ubocznych produktach przemysłowych skończywszy (popioły lotne, żużle hutnicze i stalownicze). W prowadzonych dotychczas badaniach w skali laboratoryjnej i półtechnicznej stwierdzono, że geopolimery charakteryzują się: wysoką wytrzymałością, zwłaszcza wytrzymałością na zginanie, odpornością na środowiska agresywne chemicznie, dobrą odpornością na działanie wysokich temperatur, krótkim czasem wiązania.

W ostatnim okresie daje się zauważyć renesans zainteresowania się tą problematyką, a prowadzone badania (w różnej skali) zmierzają do częściowego zastąpienia w budownictwie geopolimerami powszechnie stosowanego cementu portlandzkiego. Jak pokazuje praktyka, dotychczas nie udało się tego celu zrealizować w szerokim zakresie, głównie ze względów ekonomicznych (koszt wytworzenia związków sodu). Zdaniem recenzenta także problemy związane z oddziaływaniem na środowisko (pH wyciągu wodnego powyżej 13) i higieną

pracy mogą być znaczącym ograniczeniem w szerokim stosowaniu tego rodzaju spoiw. W szczególności problem ten jest ważny, kiedy chcemy wprowadzić związki sodu (pH – 14) bezpośrednio do środowiska. Jest to prawnie zakazane i nieprzyjazne działanie wobec środowiska naturalnego. Należy widzieć różnicę pomiędzy produkcją materiałów budowlanych w wytwórni z użyciem aktywowanych spoiw alkalicznie, a pracami wykonywanymi bezpośrednio w środowisku, np. przy budowie dróg.

Zdaniem recenzenta przyjęcie dwóch pierwszych tez pod kątem aplikacji w budownictwie drogowym było błędne. Co prawda doktorant pisze, że tezy pracy mają charakter wstępny (str. 12), ale trudno jest określić, czy ten wstępny charakter wynikał z wątpliwości badacza nad celem podjętych badań, czy też był planowany znacznie szerszy zakres badań, ale został ograniczony po wykonaniu badań wstępnych i uzyskaniu negatywnych wyników.

Postawiona trzecia teza, zdaniem recenzenta, jest jak najbardziej słuszna. Uboczne produkty spalania bogate w związki wapnia zawierają w swoim składzie związki, które działają aktywizująco na zmielony granulowany żużel wielkopiecowy, a mianowicie są to: anhydryt, wolne wapno, larnit, gliniany i glinianosiarczany wapniowe. W efekcie można otrzymać spoiwo o odpowiednich właściwościach mechanicznych z możliwością zastosowania w budownictwie drogowym. Temat jest ważny także z ekologicznego i ekonomicznego punktu widzenia. W kraju dostępnych jest ok. 6-8 mln ton ubocznych produktów spalania bogatych w związki wapnia, które w przeważającej ilości deponowane są na składowiskach odpadów. Nie ma także problemów z pozyskaniem granulowanego żużla wielkopiecowego, produktu powstającego w procesie produkcji surowki żelaza w wielkim piecu hutniczym. Zdaniem recenzenta, odpady denne (piaski ze złóż dennych) należy traktować jako półprodukt, który może być zastosowany jako składnik spoiwa po procesie przemiału. W innym przypadku należy je traktować jako składnik mieszaniny gruntowej, która może być wiązana z użyciem spoiwa cementowego lub innego.

Rozprawa doktorska mgra inż. Adriana Ciołczyka składa się z dwóch części: literaturowej i doświadczalnej.

W części literaturowej zawartej w punkcie 2 rozprawy pt.: „Odpady przemysłowe jako surowiec do produkcji spoiw” doktorant scharakteryzował większość powstających odpadów w krajowej energetyce zawodowej, zwrócił uwagę na aktywność pucolanową oraz właściwości „spoiwotwórcze” popiołów lotnych z wysoką zawartością wapnia. Sposób przedstawienia problemu jest syntetyczny i bardzo prosty, bazujący głównie na krajowych pozycjach literaturowych. W opiniowanej rozprawie w bibliografii liczącej 83 pozycje tylko

dziesięć jest obcojęzycznych. Stosunkowo mało miejsca, w tej części rozprawy, doktorant poświęcił aktywacji alkalicznej popiołów lotnych, bo tylko 2 strony. Jest to zagadnienie fizykochemiczne bardzo złożone i powinno być bardziej przestudiowane przez doktoranta. Zwłaszcza, że literatura z tego obszaru jest aktualnie szeroko dostępna, zarówno w czasopiśmie specjalistycznych, jak i materiałach konferencyjnych krajowych i zagranicznych. Zazwyczaj dobre studia literaturowe pozwalają na optymalne zaprojektowanie programu badań własnych i dobranie właściwej metodyki badań. Brak jest także szerszego opisu aktywatorów stosowanych w procesie alkalicznej aktywacji popiołów lotnych, czy innych ubocznych produktów przemysłowych.

Teoretyczna część rozprawy jest zakończona szerokim przeglądem dokumentów odniesienia (norm i aprobat technicznych) dla spoiw i mieszanek stosowanych w drogownictwie i geotechnice, skład których oparty jest na odpadach elektrowniowych. Należy sądzić, iż oparcie się na tych dokumentach wynika z chęci przyszłościowego aplikowania uzyskanych w rozprawie wyników badań własnych. Podkreślić należy, że analiza została zrobiona starannie i świadczy o dobrej znajomości, przez doktoranta, tego obszaru budownictwa drogowego.

Uwagi krytyczne w tej części rozprawy dotyczą liczących błędów w terminologii chemicznej i zapisie związków chemicznych, np. przebieg reakcji pucolanowych, siarczan wapnia jednowodny, mechanizmu tworzenia „opóźnionego” ettryngitu, rozkładzie węgla wapnia w otoczeniu ok. 750°C, itp., podpis pod tabelą 22 (wymywalność zanieczyszczeń w wyciągu wodnym?). Doktorant używa także skrótów zwyczajowo przyjętych w chemii cementu nie objaśniając ich znaczenia, np. C-S-H, C-A-H, N-A-S-H. Jest to znaczne utrudnienie dla czytelnika rozprawy. Można było ten problem rozwiązać poprzez załącznik skrótów do rozprawy. Część teoretyczna nie jest zakończona umiejscowieniem i uzasadnieniem celu podjętych badań własnych.

Część doświadczalna rozprawy zawiera charakterystykę stosowanych w badaniach surowców, opis metodyki badań, wyniki badań aktywacji alkalicznej popiołu lotnego krzemionkowego i wapiennego oraz wyniki badań wpływu dodatku granulowanego żużla wielkopieczowego i cementu portlandzkiego na właściwości mechaniczne spoiw skomponowanych z odpadów energetycznych.

Charakterystyka stosowanych surowców ograniczyła się do analizy chemicznej i składu ziarnowego wybranych ubocznych produktów spalania węgla.

Zdaniem recenzenta, podana w pracy metoda obróbki termicznej, która miała zwiększyć efektywność aktywacji alkalicznej spoiw popiołowych jest błędna. Wymieszanie składników

spoiwa z aktywatorem na sucho i włożenie do suszarki na określony czas to nie jest obróbka cieplna, to jest zwykle suszenie materiałów. Nie dziwi fakt, iż zabieg ten nie wpłynął aktywizująco na proces wiązania i twardnienia alkalicznie aktywowanych spoiw. Nawet zakładając, prawidłowe wykonanie obróbki cieplną spoiw aktywowanych alkalicznie i uzyskanie pozytywnych wyników, to i tak nie można tej obróbki cieplnej zastosować w praktyce, czyli w budownictwie drogowym.

Uzyskane wyniki w zakresie aktywacji alkalicznej popiołów lotnych potwierdziły wyniki uzyskane przez inne zespoły badawcze, a mianowicie w temperaturze pokojowej z tego rodzaju odpadów nie można uzyskać spoiw o odpowiedniej wytrzymałości. Jest to możliwe ale przy zastosowaniu odpowiedniej obróbki cieplnej lub użycie do składu spoiw takich składników jak granulowany żużel wielkopiecowy lub cement portlandzki.

Doktorant w całej części doświadczalnej pracy operuje pojęciem „efektywności aktywacji alkalicznej” nie definiując co przez to rozumie. Należy sądzić, iż chodzi o właściwości mechaniczne badanych spoiw. Wytrzymałość jest ważną, ale nie wystarczającą właściwością ulepszanego gruntu, czy innego materiału opartego na spoiwach nieorganicznych. O trwałości w pełnym cyklu życia drogi decydują takie właściwości jak: podatność na karbonatyzację, mrozoodporność, wymywalność, odporność na agresywne oddziaływanie samego gruntu, jak i wód gruntowych, itp.

Wyniki badań spoiw wieloskładnikowych uzyskanych z odpadów elektrownianych (głównie odpadów dennych) , granulowanego żużla wielkopiecowego i cementu są zachęcające. Recenzent zwraca uwagę na fakt, iż obecność cementu w składzie tego rodzaju spoiw jest pożądana, nie tylko ze względu na odpowiedni poziom wytrzymałości, ale także ze względu na zapewnienie trwałości uzyskanych kompozytów w trakcie eksploatacji drogi (cyklu życia).

Całość rozprawy zamyka rozdział 4 pt.: ”Podsumowanie i wnioski”, chociaż treść ogranicza się tylko do wniosków. Należy stwierdzić, iż merytoryczna treść wniosków wynika z uzyskanych badań własnych, poza wnioskiem 5. Zdaniem recenzenta zakres badań własnych był zbyt wąski, aby wyciągnąć tak daleko idące stwierdzenia, np. „Stosowanie cementu jako dodatku ulepszającego w niewielkich ilościach nie pozwala na osiągnięcie oczekiwanych rezultatów i dyskwalifikuje go do stosowania w przebadanych spoiwach” . Należałoby sobie zadać pytanie, czy inni badacze są też tego samego zdania ? Co literatura przedmiotu na ten temat ?

W części doświadczalnych jest także dużo błędów gramatycznych i związanych w terminologią stosowaną, zarówno w stosunku do ubocznych produktów spalania, jak i do spoiw, np. w tytule rozdziału 3.6 nie ma podmiotu.

Podsumowując, stwierdzam, że będąca przedmiotem rozpraw doktorska jest pracą zawierającą wiele wątków tematycznych, ale żaden z nich nie został rozpracowany z należytą starannością badawczą. Niektóre z podjętych kierunków badań są aktualne z trendami rozwojowymi w technologii materiałów wiążących (aktywacja alkaliczna spoiw opartych o popioły lotne), ale absolutnie nie do zastosowania w budownictwie drogowym, ze względu na charakter chemiczny aktywatorów i technologię wykonywanych robót.

Prowadzenie tego rodzaju badań wymagało szerszych konsultacji z technologami już na etapie opracowywania koncepcji przyszłej rozprawy doktorskiej. Praca wnosi znaczącą ilość informacji w zakresie istniejących dokumentów odniesienia (norm, aprobat) dotyczących spoiw komponowanych z użyciem nieorganicznych odpadów przemysłowych. Świadczy o dobrym przygotowaniu doktoranta, od strony inżynierskiej, w realizowanej tematyce badawczej. Z treści rozprawy wynika także dobra znajomość problematyki budownictwa drogowego i problemów geotechnicznych. Autor wykazuje się także znajomością procesów związanych z powstawaniem ubocznych produktów przemysłowych w trakcie produkcji energii cieplnej i elektrycznej z węgla. Potrafi ocenić właściwości poszczególnych rodzajów popiołów lotnych i odpadów pod kątem zastosowania w składzie spoiw przydatnych w budownictwie.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Adriana Ciolczyka spełnia ustawowe wymagania stawiane rozprawom doktorskim i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Gliwice, 15.03.2013r.

