

Kielce, 12.02.2017r.

dr hab. inż. Wojciech Piasta prof. PSk

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Macieja Szeląga

pt.: „*Wpływ składu kompozytów cementowych na geometrię ich spękań termicznych*”

Podstawa recenzji

Recenzja rozprawy została przygotowana na podstawie zlecenia:

Dziekana Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej dr hab. inż. Bogusława Szmygina prof. PL z dnia 14.12.2016 r.

Ocena ogólna

Oceniana rozprawa jest naukową pracą badawczą, wiążącą w sobie doświadczalne i analityczne podejście do zagadnienia zarysowań termicznych zaczynów cementowych o modyfikowanym składzie. Z analizą wyników badań eksperymentalnych oprócz analiz statystycznych połączona jest skomputeryzowana analiza obrazu.

W rozprawie stwierdzono poprawną i logiczną kolejność w postępowaniu badawczym i poprawny porządek przedstawienia osiągnięć. Po krótkim wstępie otwierającym rozprawę przedstawiono cele i zakres pracy. Celem ogólnym jest identyfikacja czynników wpływających na geometrię spękań termicznych zaczynów cementowych zawierających dodatki mineralne lub włókna. Po analizie publikowanych danych w przeglądzie literatury przedstawiono zastosowane materiały i metody badań. Niestety w rozprawie nie podano ani opisu, ani wyników badań wstępnych, a jedynie odwołano się do nich (w literaturze). Na podstawie tych wyników i publikowanych danych ustalono czynniki zmienne i ich poziomy, opracowano plan badań eksperymentalnych, podano wyniki badań, przeprowadzono szereg analiz statystycznych, komputerową analizę obrazu oraz sformułowano wnioski. W zakresie przeglądanej literatury powołano się na 203 pozycje, z tego większość jest zagraniczna i wydana w latach dwutysięcznych. Do pracy dołączono ponad stustronicowy Załącznik, zawierający szczegółowe dane liczbowe, indywidualne odczyty, nie wszystkie potrzebne, i wyniki analiz oraz obrazy graficzne zarysowań.

W pracy przedstawiono wyniki badań struktury spękań termicznych modyfikowanych zaczynów cementowych. Na podstawie wyników opracowano procedury analizy obrazu trzech parametrów stereologicznych, które posłużyły do ilościowego opisu geometrii spękań termicznych. Wykorzystanie analizy obrazu do pomiaru parametrów geometrycznych spękań poszerza obecne zastosowanie tych metod w technologii kompozytów cementowych. Jest to dość oryginalne podejście do problemu. W pracy zbadano wpływ rodzaju cementu, dodatków i zbrojenia rozproszonego tych składników w objętości materiału na proces formowania się i geometrię spękań. Rozpoznano również związki, nazywane przez Autora zależnościami, pomiędzy zbadanymi właściwościami mechanicznymi i fizycznymi modyfikowanych zaczynów cementowych a geometrią spękań termicznych. Dotychczas w literaturze brakowało opracowań, w których podejmowana jest próba ilościowego opisu tych spękań i powiązania ich z właściwościami mechanicznymi i fizycznymi materiału.

W pracy opisowo zamodelowano wpływ stężenia fazy dyspersyjnej na rozmiary klastrów i szerokość rozwarcia rys, uwzględniając takie zjawiska jak: siły spójności między klastrami, zmiana gęstości i porowatości matrycy, stopień rozproszenia ziaren cementu w analizowanej przestrzeni, występowanie i tworzenie się połączeń kontaktowych między klastrami.

Wartość pracy znacząco podnoszą wyniki badań mikrostruktury stwardniałych zaczynów cementowych poddanych wcześniejszemu wygrzewaniu, przeprowadzone za pomocą mikroskopu skaningowego wyposażonego w energodispersyjny spektroskop rentgenowski. Opis obrazów mikroskopowych jest poprawny i czytelny. Jedynie szczegółowy podział fazy CSH jest zbyt kategoriyczny, gdyż należy pamiętać, że faza CSH jest to mieszanina uwodnionych krzemianów wapnia w postaci żelowo-krystalicznej o różnej, a nawet zmiennej zawartości wapnia i wody, szczególnie że CSH powstaje z różnych faz klinkierowych i występują one w sąsiedztwie tylko częściowo zhydratyzowanych ziaren klinkieru. Ponadto poza miejscowym rozpoznaniem składu chemicznego powierzchni mikroobszaru za pomocą energodispersyjnego spektroskopu rentgenowskiego nie można uogólniać i porównywać zmian w procentowym składzie chemicznym poszczególnych zaczynów, gdyż skład zaczynu jest lokalnie bardzo niejednorodny i zawiera dużą ilość niezhydratyzowanego cementu.

Podjęta w pracy tematyka jest aktualna i spójna z jednym z rozwijających się trendów naukowych w technologii kompozytów cementowych. Podejście do zagadnienia ilościowej oceny spękań jest w dużym stopniu innowacyjne i oryginalne. Praca ma w znacznej części charakter poznawczy. Opanowanie podjętego w rozprawie problemu spękań kompozytów cementowych i ich analizy oraz utworzenie metody oceny zarysowań jest potrzebna także dla celów praktycznych. Oceniając pracę na pewno należy zwrócić uwagę i docenić obszerne i żmudne komputerowe analizy obrazu, które stanowią znaczącą część pracy i podnoszą jej wartość .

Uwagi

Przyjęcie kształtu i wymiarów próbek 4x4x16cm do badań spękań nie jest do końca właściwe, gdyż narzuca w sposób wymuszony przeważający kierunek zarysowań. Należało przyjąć do badania zarysowań próbki o większych wymiarach i np. kwadratowe. Natomiast próbki znormalizowane są poprawnie przyjęte do badań innych właściwości.

Zastosowanie włókien węglowych z substancją powierzchniowo czynną zburzyło sens wprowadzania tych włókien, gdyż doszło do wprowadzenia dużej ilości porów powietrznych, które są odpowiedzialne za bezpowrotne zmniejszenie wytrzymałości i gęstości zaczynu.

Mówiąc cały czas o losowości badanej powierzchni, Doktorant raczej nie powinien do badań morfologii spękań wybierać powierzchni zewnętrznej, gdyż ma ona charakter szczególny – następuje przez nią ogrzewanie i oddawanie wody do otoczenia. Wnioski z badań będą także odnosiły się przede wszystkim do pęknięcia powierzchni zaczynu, a nie całej jego objętości. Tak jak przy badaniu struktury porów napowietrzonego betonu najlepiej należy korzystać z losowo wybieranych przekrojów, ale wewnętrznych.

Nie można zakładać, że przemiany termiczne w zaczynie ogrzewanym do 250°C będą polegały tylko na zmianach zawartości wody w fazie tobermorytowej, gdyż w tych temperaturach przy wystarczająco długim czasie przemianom i konwersji ulegają wszystkie siarczanogliniany i gliniany heksagonalne w kierunku do powstawania glinianu regularnego C_3AH_6 i gipsu, a w temperaturach 180-210°C rozpadowi termicznemu ulega także gips (str 54). Szkoda że Doktorant nie dołączył do badań termicznej analizy różnicowej zaczynów

Pomijanie badania szerokości rozwarcia rys przechodzących pod kątem do siecznej testowej mniejszym niż 45° jest dużym uproszczeniem pomiarów zmniejszającym

dokładność wyników badania. W celu badania rozwarcia wszystkich rys pomiaru można wykonywać w dwóch prostopadłych kierunkach. Generalnie należy pamiętać, że kierunek rysy i dominująca orientacja rys jest charakterystyczną cechą danego procesu niszczenia lub kierunku naprężenia. Natomiast pomiar szerokości rozwarcia w kierunku siecznej jest zawyżeniem wszystkich wyników zmieniającym ostateczny wynik średni.

Bardzo niefortunne jest wyjaśnianie, że zastosowanie powłoki malarskiej akrylowej, a co najgorsze zawierającej wodę nawilżającą zaczyny, jest właściwe, gdyż elementy budowlane są często wykończane powłokami malarskimi. Dobrze, że błąd ten został częściowo naprawiony przez wykonanie dodatkowej serii badań i przeprowadzenie analizy statystycznej potwierdzającej nieistotność.

Ocena końcowa

Przedstawione w recenzji krytyczne uwagi i wykazane pomyłki nie są na tyle istotne, aby mogły wpłynąć na ocenę rozprawy. Jeszcze raz potwierdzam, że przeprowadzone planowe badania, obiektywne analizy statystyczne wyników badań własnych mają wartość naukową i praktyczną, świadcząc o dobrym przygotowaniu naukowym Pana mgr inż. Macieja Szeląga. Pracę oceniam pozytywnie.

Wniosek końcowy

Kończąc stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Macieja Szeląga pt.: „*Wpływ składu kompozytów cementowych na geometrię ich spękań termicznych*” spełnia warunki postawione w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003r., nr 65, poz. 595; z późniejszymi zmianami) i wnoszę wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie do publicznej obrony.