



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami

Katedra Inżynierii Środowiska

Prof. dr hab. inż. Barbara Tora

Kraków, 15 lipca 2022 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej
na stopień doktora w dyscyplinie naukowej Budowa i eksploatacja maszyn
mgr inż. Krzysztofa Knasia
pt. „Badania zmian strukturalnych materiałów antropogenicznych poddanych
aktywacji mechanicznej”
wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Arkadiusza Szymanka, profesora
Politechniki Częstochowskiej**

Formalna podstawa wykonania recenzji

Podstawą wykonania recenzji było pismo Kierownika Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna dr hab. inż. Janusza Szmidta, prof. PCz. z dnia 06.06.2022 r. (R-WIMil-510-7/19).

Przedmiotem recenzji jest ocena czy rozprawa doktorska spełnia wymagania ustawowe określone par.6.3 oraz par.6.4 Rozporządzenia MNiSW w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora

Uzasadnienie podjęcia tematu

Autor podjął niezwykle ważną tematykę - związaną z realizacją zrównoważonej polityki surowcowej - modyfikację właściwości popiołów lotnych z energetyki w taki sposób, żeby uzyskać materiał o właściwościach fizykochemicznych w pełni odpowiadających właściwościom użytkowym dodatków do betonu. Badania dotyczą wpływu aktywizacji mechanicznej w procesie mielenia na zmiany strukturalne w materiale antropogenicznym jakim jest popiół lotny. Podążając za ekologicznymi trendami poszukuje się metod obniżania energochłonności procesów mielenia (będących jednymi z najbardziej energochłonnych procesów wzbogacania). Interesującą alternatywę dla istniejących rozwiązań układów mielenia może stanowić młyn elektromagnetyczny – badania tej innowacyjnej technologii wykazują, że zużycie energii na rozdrabnianie bardzo drobnych klas ziarnowych w młynie elektromagnetycznym może być niższe niż w młynie kulowym nawet o 80%.

Ocena formalna

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska na typowy układ, zawiera dziewięć głównych rozdziałów: wstęp, przegląd literatury, tezy i cele pracy, metodykę badań, stanowisko badawcze, wyniki badań popiołu przed i po aktywizacji i ich omówienie, podsumowanie i wnioski, bibliografię oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Praca liczy 112 stron, zawiera 17 tabel oraz 43 rysunki. Liczba wykorzystanych pozycji literaturowych 126. Należy zwrócić uwagę, że najnowsze pozycje literaturowe przywołane w pracy pochodzą z 2017 roku. Wszystkie pozycje zostały starannie dobrane do przedstawionych zagadnień.

Ocena merytoryczna

W recenzowanej rozprawie Autor postawił i udowodnił tezę, o istnieniu możliwości zwiększenia reaktywności krzemionkowego popiołu lotnego poprzez jego mechaniczną aktywację w młynie elektromagnetycznym.

Aby udowodnić przyjętą tezę Autor zrealizował cele szczegółowe jakimi było



- (1) przeprowadzenie analizy wpływu aktywacji mechanicznej na zmiany strukturalne krzemionkowych popiołów lotnych,
- (2) opracowanie modelu fizycznego rozdrabniania ziaren popiołu lotnego podczas jego aktywacji mechanicznej,
- (3) określenie efektywności aktywowania popiołu (wyznaczonej jako przyrost wytrzymałości spoiw cementowych z popiołem aktywowanym w porównaniu do wytrzymałości spoiw cementowych z popiołem nieprzetworzonym).

Wstęp teoretyczny wskazuje na znajomość zagadnień związanych z wykonanymi przez Autora pracy badaniami a co za tym idzie umiejętność zaplanowania i zrealizowania badań naukowych. We wstępie Autor przedstawił charakterystykę popiołów lotnych ze spalania węgla kamiennego, dokonał przeglądu technologii waloryzacji popiołów metodami fizycznymi, mechanicznymi i chemicznymi, opisał procesy zachodzące podczas aktywizacji mechanicznej.

Bazując na dokonanej analizie Doktorant zaplanował część doświadczalną, składającą się z dwu etapów (1) przeprowadzenie aktywizacji na stanowisku badawczym oraz (2) badania produktów aktywizacji i reakcji pucolanowej.

Aktywizację przeprowadzono w młynie elektromagnetycznym, który jest aktualnie uważany za innowacyjne rozwiązanie w zakresie energooszczędnego mielenia materiałów bardzo drobno uziarnionych. Badania zostały przeprowadzone w zamkniętej komorze młyna według planu eksperymentu czynnikowego, przyjmując jako zmienną czas aktywacji (7 poziomów zmiennej).

Metodyka badań zaplanowana i zrealizowana przez Doktoranta obejmowała badania krzemionkowego popiołu lotnego przed i po aktywacji w młynie elektromagnetycznym

Uzyskane przez Autora wyniki obejmują następujące elementy: identyfikacja i analiza właściwości fizykochemicznych krzemionkowego popiołu lotnego z uwagi na możliwość zastosowania go jako dodatku typu II do produkcji betonu, określenie wpływu aktywacji mechanicznej na właściwości popiołu lotnego – morfologię, zmiany w układzie krystalograficznym, zmiany struktur porowatych, zmiany struktur wiązań chemicznych popiołu oraz wytrzymałość normowych zapraw cementowo-popiołowych.

Dla określenie efektów aktywizacji Doktorant przeprowadził bardzo dobrze zaplanowane badania materiału wejściowego (popiół lotny z energetyki zawodowej)



oraz próbek uzyskanych w wyniku aktywizacji mechanicznej a także produktów reakcji pucolanowej.

Badania właściwości popiołów i produktów obejmowały:

- identyfikację faz krystalicznych za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego
- badanie morfologii tekstury próbek za pomocą mikroskopu skaningowego i mikroskopu sił atomowych,
- analizę uziarnienia na dyfraktometrze laserowym,
- badania powierzchni właściwej metodą niskotemperaturowej, adsorpcji i desorpcji azotu (BET),
- badania tekstury porowatej metodą porozymetryczną,
- Badania metodą spektroskopii w podczerwieni (FTIR),
- badania widm elektronowego rezonansu magnetycznego (EPR)

Doktorant bardzo starannie opracował uzyskane wyniki (przedstawione rozdziale 8. *Badania potwierdzające poprawę właściwości użytkowych aktywowanych popiołów lotnych*). Skoncentrował się na wynikach badania reakcji pucolanowej i wskaźnikach wytrzymałości mechanicznej.

Wybór tematyki rozprawy oraz jej głównego celu należy uznać za właściwy krok w kierunku analizy i doskonalenia metod modyfikacji właściwości materiałów antropogenicznych (dawniej zwanych odpadami) w celu uzyskania pełnowartościowych surowców.

Doktorant umiejętnie dostrzegł celowość badań w kierunku realizacji wyzwań gospodarki w obiegu zamkniętym. Warto również podkreślić zastosowanie do badań innowacyjnego urządzenia jakim jest młyn elektromagnetyczny.

Wyniki badań Doktorant przedstawił w czytelny sposób, w formie licznych wykresów i tabel. Należy podkreślić iż Autor wykonał szczegółową analizę wyznaczonych parametrów oraz zaproponował model procesu rozdrabniania krzemionkowego popiołu lotnego.

Na podstawie uzyskanych wyników badań Doktorant poprawnie sformułował wnioski, które ściśle korelują z założonymi celami pracy.

Z obowiązku recenzenta pragnę zwrócić uwagę na pewne niejasności:

1. Doktorant określał aktywność pucolanową metodą chemiczną opartą na normie GOST 6269-54. Istnieje kilka innych metod oznaczania aktywności

(np. metoda podana w normie ASTM C 593-95 lub PN-EN 196-5:2006 lub PN-EN 450:1998. Jakie były przesłanki wyboru tej metody?

2. Autor wykazał w spisie wykorzystanej literatury 126 pozycji – brak wzmianki o publikacjach dotyczących aktywizacji mechanicznej popiołu pochodzących z ostatnich pięciu lat (przykładowo artykuły w Construction and Building Materials, Ceramics International, itd.)
3. W tabeli 6. Autor przedstawił wskaźniki porównawcze dla młyna kulowego i młyna elektromagnetycznego – brak określenia jednostkowego zużycia energii dla uzyskania określonej klasy ziarnowej i wydajności urządzeń.
4. Młyn elektromagnetyczny charakteryzuje się wydzielaniem w czasie procesu mielenia dużej ilości ciepła (str. 37) – proszę o komentarz, jaki ma to wpływ na aktywizację popiołów lotnych.
5. Uwagi edycyjne:

Przed publikacją rezultatów pracy należy wyeliminować błędy językowe (np. str 6, 8 d), niedokładności w cytowaniu literatury (np. poz. 90-99 brak tytułów, podczas gdy w pozostałych pozycjach są, brak w spisie normy GOST – jest na str 32), brak numeracji rozdziałów 7-9.

Wymienione powyżej uwagi i sugestie w żadnym stopniu nie umniejszają wartości merytorycznej pracy, którą oceniam pozytywnie.

Wniosek końcowy

Oceniana praca mgr inż. Krzysztofa Knasia zatytułowana „Badania zmian strukturalnych materiałów antropogenicznych poddanych aktywacji mechanicznej” jest oryginalnym opracowaniem naukowym i stanowi oryginalny dorobek naukowy Doktoranta. Praca może być przydatna jako wstęp do dalszych badań z perspektywy zastosowania uzyskanych wyników. Po zaznajomieniu się z rozprawą wyrażam przekonanie, że jej Autor opanował wiedzę teoretyczną i metody badawcze niezbędne do samodzielnego prowadzenia badań.

Podsumowanie

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. **Krzysztofa Knasia** pt. „Badania zmian strukturalnych materiałów antropogenicznych poddanych

aktywacji mechanicznej” spełnia wszystkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim na stopień doktora określone w obecnie obowiązujących aktach prawnych (ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2021 poz. 478 z późn. zm.). i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Częstochowskiej o dopuszczenie Pana mgr inż. Krzysztofa Knasia do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora w dyscyplinie Budowa i eksploatacja Maszyn.

Barbara Tora

mt