



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami

Katedra Inżynierii Środowiska

Prof. dr hab. inż. Barbara Tora

Kraków, 28.09.2023r.

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pani mgr inż. Katarzyny Kaczyńskiej

pt: Badania możliwości termicznego wzbogacania minerałów ilastych
w warstwie fluidalnej.

Podstawa formalna

Podstawą wykonania niniejszej recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Częstochowskiej nr 36/2022/2023 z dnia 29 czerwca 2023 r. powołująca recenzentów w przewodzie doktorskim mgr inż. Katarzyny Kaczyńskiej. Recenzja została wykonana zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz U. 2018 poz. 1668 z późn. zmianami) i pismem w tej sprawie profesora dr hab. inż. Janusza Szmidta kierownika Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna z dnia 24.07.2023.

Rozprawa doktorska została przygotowana na Politechnice Częstochowskiej, na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki. Promotorem rozprawy mgr inż. Katarzyny Kaczyńskiej jest dr hab. inż. Piotr Pełka, profesor PCz.

Ocena układu rozprawy doktorskiej, części składowe

Rozprawa składa się z siedmiu rozdziałów zawartych na 166 stronach standardowego wydruku. Rozdziały są ułożone w logiczną całość ; rozdział pierwszy zawiera przegląd literatury będący wprowadzeniem w tematykę

rozprawy. Autorka przedstawiła tu podstawowe informacje o surowcach ilastych, metodach ich wzbogacania oraz kalcynacji.

Rozdział drugi zawiera tezy pracy, rozdział trzeci cel i zakres pracy. Oba rozdziały są bardzo zwarte. Rozwinięcie znajduje się w dalszych częściach pracy. W czwartym rozdziale Autorka zawarła opis badań eksperymentalnych nad możliwością kalcynowania w warstwie fluidalnej ilastego materiału granulowanego. Przedstawiono charakterystykę materiału badawczego, wyznaczono parametry procesu fluidyzacji, badania możliwości procesu kalcynacji granulatu materiałów ilastych w reaktorze fluidalnym.

Rozdział piąty zawiera opis badań wpływu wilgotności granulowanych materiałów ilastych na proces kalcynacji fluidalnej. Kolejny, szósty rozdział jest poświęcony badaniu kalcynacji fluidalnej w reaktorze zasilanym materiałem węglowym. Wnioski zawarte są w rozdziale siódmym. Poza częścią merytoryczną, przedstawioną w siedmiu rozdziałach, Autorka zamieściła wykaz tabel, ilustracji, wykorzystanej literatury oraz streszczenie w języku polskim i angielskim.

Szkoda, że Autorka nie zamieściła jednolitego wykazu oznaczeń – brak niektórych np. **B_v** na rys 12, oznaczenia stopnia kalcynacji – wzór 19.

Układ pracy jest poprawny

Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Autorka przedstawiła w pracy przegląd literatury tematu przytaczając 112 pozycji literaturowych: książek, podręczników, artykułów. Literatura jest dobrze wykorzystana w treści rozprawy. Autorka cytuje m.in. dwie pozycje (poz. 80 i 107) swojego współautorstwa. W spisie literatury brakuje patentu, o którym Autorka wspomina na str 80. (str 80, 13g). W niektórych pozycjach spisu literatury wyminiony jest tylko jeden autor (pozostali jako *i in.*) – zwyczajowo w spisie podaje się wszystkie nazwiska. Spis literatury jest zestawiony chaotycznie (ani alfabetycznie, ani według kolejności cytowania), wygodniej dla czytelnika byłoby zastosowanie sposób cytowania [Nazwisko autora, rok wydania]. Uwagi mają jedynie znaczenie dla edycji kolejnych publikacji.

Wskazanie oraz ocena celu pracy kandydata

Autorka postawiła i zrealizowała cel pracy jakim było przeprowadzenie szczegółowej analizy procesu kalcynacji wybranych surowców ilastych w warstwie fluidalnej.

Zazwyczaj stosowane metody wypalania w piecach obrotowych lub szybowych przy ograniczonym współczynniku nadmiaru powietrza i długim czasie kalcynacji (nawet do kilku godzin) nie gwarantują całkowitego spalenia węgla towarzyszącego surowcom ilastym. Ze względu na trudności w kontroli temperatury może dochodzić do rekryształizacji i tworzenia nowej stabilnej fazy

(mulit, krystobalit itp.) prowadząc do zmniejszenia reaktywności produktu kalcynowanego. Wykorzystanie technologii fluidalnej pozwala na lepszą kontrolę temperatury, zapewnia dużo lepsze warunki wymiany ciepła i masy. Dzięki temu pozwala znacznie skrócić czas potrzebny na przeprowadzenie procesu kalcynacji oraz uzyskanie dobrej jakości produktu ze względu na możliwość precyzyjnej kontroli temperatury oraz całkowite wypalenie substancji organicznych. Procesy spalania fluidalnego zostały szeroko rozpoznane w aspekcie zastosowania tej technologii w kotłach energetycznych (kotły fluidalne). Jednak procesy fluidalnego wypalania materiałów niepalnych są mało poznane, szczególnie w kontekście ciągłego zasilania reaktora fluidalnego przy jednoczesnym wprowadzaniu materiału skalcynowanego (produktu) ze strefy reakcji.

Autorka przeprowadziła badania dla czterech wybranych materiałów ilastych (w tym granulowanych). Określiła warunki dla uzyskania stabilnego złoża fluidalnego (uziarnienie i zawartość wilgoci materiału ilastego), zbadała możliwość wykorzystania dodatku węgla (energetycznego i antracytu) do procesu kalcynacji.

Zastosowanie kalcynacji w złożu fluidalnym, w szczególności z dodatkiem węgla) pozwala na zmniejszenie energochłonności procesu, poprzez obniżenie temperatury wypalania z ok. 1000°C do ok. 950°C a nawet 650°C przy zachowaniu wysokiego stopnia kalcynacji.

Tematyka podjęta w rozprawie jest ciekawa i ważna nie tylko z punktu widzenia badawczego, ale ma również ogromne znaczenie dla zastosowań przemysłowych. Autorka wykazała doświadczalnie korzyści z zastosowania złoża fluidalnego w procesie kalcynacji materiałów ilastych, a wyniki uwiarygodniła rzetelną analizą matematyczną.

Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych

Autorka zastosowała w pracy dobrze zaplanowaną metodykę badań. Zbadała właściwości wybranych surowców ilastych (uziarnienie, wilgotność, straty prażenia), dla optymalizacji uziarnienia część próbek poddała granulowaniu, kolejno określiła parametry procesu fluidyzacji materiału. Główną częścią badań było określenie warunków kalcynacji (wpływ wilgotności, wpływ dodatku węgla) i przeprowadzenia eksperymentów w specjalnie skonstruowanym reaktorze do kalcynacji, w warunkach laboratoryjnych. Ocena procesu polegała na określeniu stopnia kalcynacji i obliczeniu bilansu ciepłego dla kalcynacji w różnych temperaturach. Badania zostały przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych w doskoale wyposażonych w aparaturę badawczą laboratoriach Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Politechniki Częstochowskiej.

Ocena części pracy dotyczącej omówienia wyników badań

Autorka przeprowadziła szereg dobrze zaplanowanych eksperymentów dotyczących fluidyzacji materiału ilastego i kalcynacji w złożu fluidalnym z wykorzystaniem dodatku węgla (energetycznego i antracytu). Uzyskane wyniki przedstawiła w sposób czytelny a wyciągnięte wnioski mogą być podstawą do dalszych prac oraz wdrożenia technologii w warunkach przemysłowych.

Autorka wykazała że zmiana wartości wybranego pojedynczego parametru zazwyczaj wywiera bardzo istotny wpływ na wartość pozostałych parametrów procesu kalcynacji, którego celem jest wyprodukowanie wyrobu o wymaganej jakości przy najniższych kosztach. Szczególnie widać to w obliczeniach strumienia ciepła wchodzącego do wsadu w procesie i strumienia ciepła unoszonego z gazami odlotowymi.

Kontynuując analizę bilansu energetycznego kalcynacji w złożu fluidalnym (rozdz 6.4.1) ciekawe byłoby porównanie kalcynacji w tradycyjnych piecach i w złożu fluidalnym.

Informacje dotyczące praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań

Badania nad kalcynacją w złożu fluidalnym zostały przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych w specjalnie skonstruowanym reaktorze. Uzyskane wyniki pozwalają na dobranie parametrów technologicznych procesu fluidyzacji oraz parametrów kalcynacji materiałów ilastych w złożu fluidalnym z dodatkiem materiału energetycznych (węgla). Uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w praktyce przemysłowej. Efektem wdrożenia może być obniżenie energochłonności procesu i uzyskanie kalcynatu o stabilnych parametrach fizykochemicznych.

informacja dot. ewentualnych nieprawidłowościach, które pojawiły się w ocenianej rozprawie

Zdając sobie sprawę, że celem pracy była optymalizacja procesu kalcynacji w złożu fluidalnym dla materiałów ilastych znajduję, że brak jest określenia pochodzenia badanego materiału, co oczywiście nie ma wpływu na uzyskane wyniki, niemniej nie pozwala ich porównać z wynikami kalcynacji ilów innego pochodzenia. Autorka wspomniała, że badane ily pochodziły z e złoża węgla brunatnego.

W naukach empirycznych zasada potwierdzania wyników badań naukowych poprzez próby ich ponownego uzyskania w innym laboratorium, na innej aparaturze, przez innych badaczy, na innych badanych obiektach - obowiązuje

bardzo rygorystycznie. Wynika z tego inny wymóg: publikujący swoje wyniki badacz musi dokładnie opisać, jak je uzyskał, żeby takie badanie kontrolne umożliwić.

W pracy znalazło się kilka błędów edytorskich lub językowych:

np. str 50 – wzbogacanie przez kalolin (wzbogacanie przed dodatke kaolinu?),

Str 18 – kruszarka gruba,

Str 47 – niejasne określenie co było granulowane,

Str 50 – przegroda ewakuacyjna str 55 – brak objaśnienia zmiennych d_n , d_s , d_v co powinno być uwzględnione w przyszłych publikacjach

Ocena czy rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego jakim jest zbadanie możliwości i określenie optymalnych warunków procesu kalcynacji materiałów ilastych w złożu fluidalnym oraz dodatku węgla do złoża fluidalnego.

Ocena, czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Autorka wykazała w zrealizowanej pracy ogólną wiedzę teoretyczną i dobre przygotowanie do samodzielnego planowania i prowadzenia prac naukowych w dyscyplinie nauk inżynieryjno - technicznych.

Podsumowanie

Rozprawa doktorska p. mgr inż. Katarzyny Kaczyńskiej, zrealizowana a Politechnice Częstochowskiej pod promotorstwem p. prof. dr hab. inż. Piotra Pełki spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim zapisane w stosowej uchwale, doktorantka wykazała doskonałe przygotowanie do pracy naukowej i samodzielność w jej realizacji zatem wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dalsze procedowanie w celu nadania Doktorantce stopnia doktora nauk inżynieryjno - technicznych.