



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**
AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Dr hab. inż. Janusz Krawczyk, prof. AGH

Kraków, dn. 19.01.2025

Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

Al. A. Mickiewicza 30

30-059 Kraków

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgra inż. Roberta Szudego**

pt. **„Analiza i optymalizacja ciągu technologicznego przygotowania mieszanki
wsadowej na maszynę Dwighta Lloyd’a w procesie spiekania materiałów
cynkonośnych”**

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa, Pana prof. dr. hab. inż. Adama Grajcara w związku z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej z dnia 22 października 2024 roku (pismo RDIMa.512.3.2024 RM z dnia 22 października 2024 roku). Pismo wraz z kopia pracy zostało przyjęte w Akademii Górniczo-Hutniczej w dniu 19.11.2024. Recenzent otrzymał pracę oraz pismo w dniu 27.11.2024.

1. Ogólna charakterystyka pracy

Praca doktorska mgra inż. Roberta Szudego, została napisana pod promotorstwem dr hab. inż. Bożeny Gajdzik, prof. PŚ. Opiekunem pomocniczym w ramach doktoratu realizowanego w programie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. „Doktorat Wdrożeniowy”, był mgr inż. Marek Sołtysik. Doktorat tematycznie mieści się pod względem jego koncepcji w dyscyplinie naukowej inżynieria materiałowa. Wynika to z tematyki dotyczącej wstępnego etapu procesu technologicznego w hucie

cynku. Praca dotyczy przygotowania mieszanki wsadowej w procesie spiekania materiałów cynkonośnych. Należy zaznaczyć, że zagadnienia badawcze w pracy dotyczą bardzo szerokiego zakresu tematycznego pomimo wydawałoby się ograniczonego obszaru względem całego procesu technologicznego. Zagadnienia badawcze obok ściśle związanych z inżynierią materiałową wchodzi w zakres tematyczny inżynierii chemicznej, inżynierii mechanicznej oraz zagadnień logistycznych. Można więc uznać pracę za interdyscyplinarną oraz o charakterze użytecznym popartym wdrożeniem. Wprowadzenie do tytułu pracy pojęcia optymalizacji postawiło nową jakość wymagań względem wyników i sposobu opracowania treści merytorycznej pracy. Praca zawiera więc bardzo szczegółową charakterystykę procesu technologicznego dla opisu stanu wyjściowego oraz zakresu możliwej ingerencji w proces technologiczny. Badaniami, które miały pomóc w analizie procesu oraz pozwolić na sformułowanie kryteriów potrzebnych do zrealizowania optymalizacji ciągu technologicznego są m.in. granulometria, badania mikrostruktury, analiza składu chemicznego, mikroanaliza składu chemicznego oraz badania zwilżalności. Należy zauważyć, że opracowanie ma znamiona optymalizacji, lecz nie można uznać aby wykonano pełną wielokryterialną optymalizację procesu. Jednakże wnioski przedstawione przez doktoranta mają potencjał poprawy procesu technologicznego.

Praca ma w pewnych aspektach klasyczny układ, choć nie dokonano wyraźnego podziału na dwie części tj. dotyczącą przeglądu literatury oraz wyników badań własnych, to chronologicznie w pracy można taki układ zaobserwować. Najwyraźniej, potrzeba dokładnej charakterystyki procesu technologicznego w tak użytecznym opracowaniu, spowodowała brak ww. wyraźnego podziału. Praca została podzielona na 10 rozdziałów (przy czym rozdział 10 jest zbiorem załączników zawierających dokumentację wyników badań) oraz trzy nienumerowane rozdziały tj. spis rysunków; spis tabel oraz bibliografia jak i streszczenia w języku polskim i angielskim. Kolejnymi ww. rozdziałami były: Wstęp; Przegląd literaturowy z zakresu zastosowania i metod produkcji cynku; Technologia produkcji cynku w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie”; Problem technologiczno-badawczy; Metodologia badań; Analiza wybranych etapów linii produkcyjnej; Część badawcza pracy; Propozycje modyfikacji badanego procesu w celu optymalizacji ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej; Podsumowanie i wnioski końcowe z badań.

Trudno prześledzić sposób wykorzystania podanej w pracy bibliografii ponieważ doktorant nie dokonał żadnego uporządkowania numeracji pozycji literaturowych (ani systemem alfabetycznym ani też systemem kolejności powoływania się w tekście pracy). Bibliografia zawiera 120 pozycji, które nie mają dobrze ujednoliconego systemu zapisu. Istotną część pozycji literaturowych można uznać za wartościowe oraz zasadne w odniesieniu do tematyki pracy. Narracja w pracy jest płynna, spójna i logiczna, co skutkuje jej czytelnością. Należy jednak zaznaczyć, że doktorant nie ustrzegł się stosowania pojęć żargonowych. Jest to jednak mniej rażące w przypadku prac dotyczących ściśle

zagadnień technologicznych. Praca liczy 255 stron. Praca zawiera aż 165 ponumerowanych rysunków (niejednokrotnie złożonych z więcej niż jednego slajdu lub wykresu), do których można dodać 8 rysunków z załączników od 4 do 11, które nie zostały objęte numeracją. W pracy zamieszczono 65 tabel objętych numeracją oraz podobnie jak z rysunkami 6 tabel nie numerowanych z załączników od 12 do 17. Ponadto wspólne zestawienia rysunków i tabel znajdują się również w załączniku 18 gdzie jest 18 takich zestawień. Podsumowując można stwierdzić, że praca zawiera bardzo bogatą dokumentację w postaci przynajmniej 191 rysunków oraz 89 tabel. Tak duża ilość różnorodnego materiału egzemplifikacyjnego stworzyła doktorantowi problem w jego precyzyjnym uporządkowaniu.

2. Ocena doboru tematyki i zakresu pracy

Dobór tematyki pracy oceniam jako właściwy, lecz trudny dla realizacji ze względu na jednocześnie interdyscyplinarną tematykę oraz ściśle ograniczony obszar technologiczny poddany analizie. Powoduje to trudność w sformułowaniu naukowej i odkrywczej tezy pracy. Doktorant podjął takie wyzwanie w zakresie sformułowania hipotezy głównej oraz hipotez szczegółowych. **Hipoteza główna brzmi następująco: Spotęgowanie niepożądanych zjawisk w procesie produkcyjnym w postaci kumulacji pyłów w komorach dmuchowych wynika z różnic we właściwościach wykorzystywanych materiałów wejściowych do procesu produkcji.** Natomiast hipotezy szczegółowe brzmią następująco:

- **Sposób pracy urządzeń wpływających na podstawowe parametry mieszanki wsadowej powinien zostać zmieniony w celu zmniejszenia odstępstw od zakładanych norm (wilgotności i stabilności składu chemicznego mieszanki wsadowej).**
- **W obecnym kształcie organizacja procesu produkcyjnego nie zapewnia produkcji spieku w sposób optymalny, konieczne jest wprowadzenie zmian, które pozwolą poprawić parametry produkowanego spieku.**
- **Istnieje możliwość ograniczenia masy materiałów pylistych kierowanych do procesu po przez zastosowanie technologii ich brykietowania w celu lepszego ich wykorzystania (recykling).**

Umieszczenie tak ważnego elementu jak hipoteza we wstępie do pracy a nie po przeglądzie literatury uważam za błędne. Natomiast pod względem merytorycznym hipoteza główna może wydawać się zbyt oczywista lecz można ją bronić tym, że zakłada wyeliminowanie przyczyn w postaci konstrukcji i funkcjonowania komór dmuchowych. Jednakże finalne wyniki wskazały na istotną rolę również osprzętu obok właściwości materiałów wsadowych. Natomiast sama idea przedstawienia tego zagadnienia w formie hipotezy jest właściwa i adekwatna do głównego zakresu badań własnych oraz analiz procesu. Ponadto słowo „spotęgowanie” (pomimo jego użycia raczej w potocznym znaczeniu) daje mniej rygorystyczny wydźwięk dla hipotezy głównej. Odnosnie hipotez

szczegółowych można je uznać za sformułowane logicznie oraz w sposób umożliwiający weryfikację na podstawie rezultatów wdrożenia. Natomiast same w sobie te hipotezy nie mają silnego wydźwięku naukowego, który należałoby dopiero uwypuklić na etapie opisu wyników badań i wykrytych zależności pomiędzy parametrami, celem ich weryfikacji dla uruchomienia wdrożenia. Hipoteza to jednak coś niepewnego, można albo próbować ją obalić, albo udowodnić. Można też podać argumenty za i przeciw i w podsumowaniu ocenić jej prawdziwość. Pozostaje więc pytanie odnośnie zasadności postawienia w tej pracy hipotez a nie tezy (lub tez). Teza to coś czego jest się pewnym, co później w treści należy uzasadnić. Wydaje się więc, że Doktorant postawił w pracy bardziej tezy niż hipotezy, zwłaszcza że finalnie nie przeprowadził dowodu na spełnienie lub obalenie hipotez, natomiast można znaleźć uzasadnienie stwierdzeń, które przedstawił jako hipotezy, co jest adekwatne dla bardziej ogólnego znaczenia tezy pracy.

We wstępie podano również cel badawczy pracy: **Celem badawczym pracy jest ustalenie zależności między pracą ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej na bazie używanych materiałów przed procesem spiekania, a powstawaniem problemów technologicznych.**

Natomiast w rozdziale „Problem technologiczny pracy” sformułowano cel główny pracy i cele szczegółowe, które charakteryzują tematykę i zakres pracy.

Celem głównym pracy było wskazanie możliwości udoskonalenia procesu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej przed procesem spiekania w oparciu o wykonane analizy i badania eksperymentalne.

Celami szczegółowymi były: **Określenie właściwości materiałów kierowanych do procesu produkcyjnego i porównanie właściwości materiałów tlenkowych z właściwościami materiałów siarczkowych; Badanie wpływu procesu dozowania materiałów wsadowych na skład chemiczny gotowego wyrobu; Badanie wpływu sposobu dozowania cieczy zwilżającej w mieszalniku bębnowym na wilgotność mieszanki; Analiza możliwości lepszego zagospodarowania pyłów powstających podczas procesu spiekania w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie”.** Cele pracy realizowano w zakresie procesu technologicznego Huty Cynku Miasteczko Śląskie w odniesieniu do ciągu technologicznego przygotowania materiałów wsadowych na maszynę spiekalniczą. W założeniu, cel ogólny i cele szczegółowe pracy, miały dotyczyć zarówno wykonanego przeglądu literatury jak i części dotyczącej analizy etapów linii produkcyjnej oraz badań własnych a w tym rezultatów wprowadzonych zmian w procesie produkcyjnym.

Dokonany wybór tematyki koncentrującej się tylko wokół przygotowania mieszanki wsadowej przed procesem spiekania a nie w odniesieniu do całego procesu technologicznego, oceniam jako rozważny i właściwy. Pomimo tego graniczenia Doktorant potrafił sformułować szereg problemów badawczych. Wskazuje to na dojrzałość badawczą Doktoranta jak i właściwą opiekę promotorską. Postawiło to jednak istotne problemy w doborze wartościowej naukowo bibliografii. W tym zakresie

można było uniknąć pewnych błędnych decyzji jak np. przywoływanie literatury dotyczącej granulowania żywności w kontekście badanego procesu technologicznego. Z powyższych przyczyn przegląd literatury jest w przeważającej części hasłowy (np. przykłady zastosowania cynku i ołowiu) z bardzo ograniczonym zakresem merytorycznej dyskusji. Natomiast Doktorant nadrabia to w opisie wybranej linii przygotowania materiałów wsadowych na maszynę spiekalniczą. Można być przekonanym o bardzo dobrej znajomości tego zagadnienia przez Doktoranta jaki i bardzo szerokiej jego wiedzy praktycznej. Dlatego jest to część pracy, którą można uznać za unikalne i bardzo wartościowe opracowanie. Ta część pracy stanowi bardzo dużą objętość całej pracy. Jest to rzadko spotykane w pracach doktorskich nawet z obszaru nauk inżynierjno-technicznych. Charakterystyka procesu technologicznego stanowi więc pozytywny wyróżnik tej pracy.

Podsumowując stwierdzam, że dobór tematyki i zakresu pracy został dokonany w sposób adekwatny i posiadający odpowiedni potencjał dla poziomu wymaganego odnośnie realizacji rozprawy doktorskiej.

3. Opis metodyki badawczej

Do zweryfikowania postawionych hipotez oraz realizacji wskazanych celów badań Autor zastosował koncepcję badawczą opartą głównie o analizy i badania odnoszące się do obecnego stanu ale też wykonał analizy związane z efektami wprowadzonych zmian lub koncepcji takich zmian. Przeprowadzono analizę kluczowych obszarów ciągu technologicznego: dostawa i mieszanie surowców; namiarownia Wydziału Spiekalni; materiały zawracane do procesu; mieszalniki bębnowe. Natomiast badaniami, które wykonano były: charakterystyka spieku i podziarna (zawrotów); badanie składu granulometrycznego materiałów cynkonośnych; badanie wpływu procesu dozowania materiałów na skład chemiczny gotowego produktu; zwilżalność materiałów cynkonośnych metodą siedzącej kropli oraz metodą wzniesienia kapilarnego; badanie wpływu konstrukcji zraszacza na otrzymywaną wilgotność mieszanki wsadowej; badanie możliwości brykietowania materiałów pylistych z układów suchego odpylania. Na tej koncepcji badawczej zbudowano narrację w rozprawie doktorskiej zawartej w rozdziale 7 pod tytułem: Część badawcza pracy. Poszczególne zagadnienia badawcze zawarto w następujących podrozdziałach: Charakterystyka materiałów cynkonośnych w procesie spiekania w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie”; Skład granulometryczny materiałów cynkonośnych; Dozowanie materiałów wsadowych do procesu technologicznego; Zwilżalność materiałów cynkonośnych w tym Badania pilotażowe materiałów oraz Badanie metodą wzniesienia kapilarnego; Metoda dozowania cieczy w mieszalniku bębnowym w tym Testowanie dysz dozujących ciecz zwilżającą mieszankę oraz Montaż i analiza pracy zraszacza; Zagospodarowanie pyłów z układów suchego odpylania. Każdy z powyższych obszarów zrealizowanych badań został zakończony

wnioskami. Generalnie, sformułowanie wniosków dla tych obszarów badawczych wykazało spójność zastosowanej metodyki badawczej

Podsumowując, stwierdzam że techniki badawcze oraz metody badań zostały dobrze dobrane do analiz wybranych obszarów technologicznych i pozwoliły na opracowanie propozycji modyfikacji ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej.

4. Ocena merytoryczna pracy

Oceniając pracę od strony merytorycznej, należy zacząć od dokonanego przeglądu literatury. W tym względzie Autor w zacytowanej bogatej bibliografii oparł się w dużej mierze na pozycjach tylko pośrednio związanych z tematyką badawczą. Wykorzystując w tym zakresie prace ogólnie opisujące zastosowanie cynku uzyskał efekt bogatej literatury lecz merytorycznie mało istotnej dla osiągnięcia, którego dotyczy praca, a już na pewno nie będącej bazą do najważniejszych tematycznie analiz wykonanych w pracy. Podobnym przykładem nadmiernego powoływania się na publikacje mniej znaczące dla merytoryki pracy jest następujący fragment ze strony 42: *„Poza właściwościami technologicznymi zgranulowanego materiału, można zauważyć pozytywne cechy wizualne i sensoryczne [92]. Są one istotne w przypadku, gdy granulat jest produktem końcowym, a jego zastosowanie wiąże się z funkcją dekoracyjną. Proces granulacji, poza badanym w pracy procesem hutniczym, wykorzystywany jest również w wielu innych gałęziach przemysłu, takich jak: przemysł farmaceutyczny, spożywczy, chemiczny [90, 93]”*. W tym przypadku pozycje literaturowe [90] i [92] dotyczą żywności a tekst może błędnie sugerować, że badany materiał jest stosowany w przemyśle spożywczym i chemicznym. Taki sposób opracowania tekstów naukowych ma również szerszy aspekt wpływu na powielanie fałszywych treści przez nieumiejętne (wyrwane z kontekstu) przepisywanie z tych opracowań, informacji przez niedoświadczonych lub nierzetelnych czytających lub co gorsza jako użyte przez sztuczną inteligencję. Takie podejście Doktoranta do realizacji przeglądu literatury wynika najprawdopodobniej z ubogości źródeł informacji odnośnie podjętej tematyki badawczej w jej aspekcie naukowym. Wymusiło to u Autora proste odwoływanie się do pozycji literaturowych na zasadzie podpierania nimi prostych stwierdzeń a nie umocowania tych przypisów w wartościowej i odkrywczej dyskusji obecnego stanu wiedzy w zakresie tematyki pracy doktorskiej. Wykonany przegląd literatury oceniam najslabiej w całej pracy, lecz i on ma swoją wartość w postaci oryginalnego opracowania dającego wstępne informacje, które w ograniczony sposób, ale jednak przygotowują czytelnika do merytorycznego śledzenia opisywanych technologii produkcji cynku, analiz etapów linii produkcyjnej, dyskusji wyników badań własnych czy też propozycji modyfikacji badanego procesu.

Jako najbardziej wartościowy w zakresie merytorycznego podejścia do zagadnienia badawczego, oceniam opis technologii produkcji cynku w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie” oraz analizę wybranych

etapów linii produkcyjnej. Są to obszary, w których Doktorant wyraźnie czuje się najlepiej i stanowią najwartościowszą część pracy, która przekonuje najlepiej do oceny recenzowanego opracowania jako osiągnięcia poziom odpowiedni dla dysertacji właściwej dla doktoratu.

Ocenę merytoryczną głównego obszaru pracy tj. części badawczej pracy, można podzielić na dwa obszary naukowy i praktyczny (wdrożeńowy). Pod względem wdrożeniowym (praktycznym) opracowanie wyników badań własnych jest na poziomie wyróżniającym. Trudne aspekty technologiczne Doktorant uporządkował stosując odpowiednio zdefiniowaną notację poszczególnych materiałów badawczych. Udało mu się w ten sposób zapanować nad złożonością zagadnień poruszanych w pracy. Wyraźnie widoczna jest myśl wiodąca, która wskazuje logiczną ciągłość postępowania badawczego i konstruktorskiego dla osiągnięcia założonego celu praktycznego. Uznaję to podejście za modelowe i oparte na silnych podstawach merytorycznych. Pomaga w tym względzie stosowanie podsumowań poszczególnych obszarów tematycznych. Wykonane analizy mają jednak głównie wydźwięk stwierdzeń, które są może właściwe dla formułowania wniosków pomocnych w wyborze dalszej drogi postępowania w zakresie zarówno badawczym jak i konstrukcyjno-wdrożeniowym lecz nie mają dużej wartości naukowej. Ta strona naukowa, tego fragmentu pracy, cechuje się znacznie gorszą merytorycznością. W wielu przypadkach brakuje prób wyjaśnienia mechanizmów oraz związków przyczynowo-skutkowych ograniczając się do stwierdzania ich występowania. Brakuje w pracy szerszego zakresu wartościowych hipotez naukowych popartych o wyniki badań.

Jako bardzo merytoryczne uznaję spostrzeżenia zawarte w rozdziale 8 pt. „Propozycje modyfikacji badanego procesu w celu optymalizacji ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej. Jest to obszar pracy o dużym znaczeniu merytorycznym w zakresie wdrożenia natomiast o znacznie słabszym opisie naukowym poruszanych zagadnień.

W rozdziale 9 dotyczącym podsumowania i wniosków końcowych z badań w sposób merytoryczny odniesiono się do zakresu zrealizowania celu głównego oraz celów szczegółowych. W przypadku celów szczegółowych sporządzono tabelę, w której do poszczególnych celów przyporządkowano sposób ich realizacji oraz efekt. Bardzo pozytywnie oceniam takie metodyczne podejście do podsumowania postawionych w pracy doktorskiej celów. Natomiast w tej części brakuje również metodycznego odniesienia się do postawionych hipotez (może zapisanie ich we wstępie spowodowało zapomnienie o nich w końcowej części opracowania). Doktorant w tej części wskazuje, że aspekty naukowe wykonanej pracy dopiero powinny być zrealizowane: *Poruszone w pracy zagadnienia dotyczyły czynników wpływających na proces produkcyjny w kontekście występujących problemów technologicznych. Opisanie podstawowych zależności oraz ustabilizowanie podstawowych parametrów procesu może pozwolić na znalezienie bardziej złożonych i mniej oczywistych zależności wpływających na proces produkcyjny. Pogłębienie poruszonych zagadnień*

pozwoili lepiej zrozumieć powiązania pomiędzy poszczególnymi parametrami procesu oraz właściwościami materiałów, z których odzyskiwane są cenne pierwiastki (poprawiono błędy stylistyczne i interpunkcyjne w tym cytowanym fragmencie). Właśnie w aspekcie zrozumienia powiązań należy poszukiwać aspektów i osiągnięć naukowych.

Podsumowując pod względem merytorycznym oceniam pracę jako bardzo dobrą w zakresie zagadnień inżynieryjno-konstrukcyjnych z bardzo wyraźną logiką postępowania i znajomością procesu technologicznego. Natomiast słabszy merytorycznie jest aspekt naukowy pracy.

5. Polemiczne uwagi merytoryczne

1. Brakuje bardziej szczegółowej charakterystyki innych procesów od omawianego w pracy co pozwoliłoby na lepsze zrozumienie unikatowości procesu stosowanego w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie” a przez to zasadności i przyczyn jego stosowania. Dlatego opis procesów metalurgicznych jest dosyć mało spójny. Dodatkowo utrudnia to, że odwrócono kolejność opisu procesu metalurgicznego względem opisu procesu spiekania w stosunku do kolejności przebiegu całego procesu.
2. Zastosowanie określenia optymalny i optymalizacja, pomimo przedstawienia definicji słownikowych, zostało użyte niezgodnie z zasadami inżynieryjnymi prowadzenia optymalizacji bez podania np. funkcji optymalizacyjnej czy też precyzyjnie zdefiniowanych kryteriów optymalizacji dla funkcji celu w optymalizacji wielokryterialnej.
3. Podawanie reakcji redukcji tlenków żelaza w piecu szybowym bez szerszego rozwinięcia ich znaczenia dla procesu wytopu cynku jest mało wartościowe a nawet może utrudniać śledzenie związków przyczynowo-skutkowych.
4. Tematyka logistyczna wydaje się przesadzona w zakresie istoty tej pracy np. odnośnie transportu kolejowego czy też wskazywania umiejscowienia parkingu dla pracowników i dostawców.
5. Nie podano wzmiankowanych przypadków opisanych w literaturze odnośnie mieszalników o gładkiej powierzchni bębna oraz na rys. 24 raczej nie mamy do czynienia z modelem ale schematem obrazującym warianty przemieszczania się granул w mieszalniku.
6. Podawanie określenia „mieszanki wsadowej materiału” (w tytule podrozdziału 3.4) stwarza problemy interpretacyjne i wydaje się pewnym skrótem myślowym zaburzającym logikę nazewnictwa.
7. Pierwszy akapit na stronie 42, który odnosi się do pojęcia granulatu jest zbędny i nie adekwatny do zagadnienia badawczego, zwłaszcza w zakresie opisu konkretnego, dla tego opracowania, procesu technologicznego. Jest to jednym z czynników powodujących, że opis granulacji jest zbyt szeroki i źle skomponowany a ponadto jest on źle umiejscowiony.

8. Wymienianie metod pomiaru zwilżalności w tabeli 12 bez szerszej dyskusji nie ma wyraźnego sensu.
9. Słabo została przedyskutowana kwestia intensywniejszego zużycia koryt, na których nie tworzyły się narosty. Czy istnieje zakres tworzenia się narostów najbardziej właściwy dla ekonomiki i jakości procesu technologicznego?
10. W zakresie opracowania problematyki poprawy funkcjonowania linii produkcyjnej brakuje opracowań przy pomocy narzędzi inżynierii jakości. Można było np. skonstruować diagram Ishikawy.
11. W pracy brakuje kompleksowego opracowania, podania wymagań (przedziałów) akceptowalnych parametrów. To dałoby asumpt do wykonania właściwej optymalizacji.
12. Brakuje informacji, przed którym mieszalnikiem powinien być pomiar bazujący na podczerwieni dla lepszej kontroli wilgotności (str. 72).
13. W przypadku prezentowanych na rys. 60 i 61 obrazów makro cząstek zawrotów brakuje skali (można było zrobić zdjęcia na papierze milimetrowym). Podobnie brakuje skali przy obrazowaniu zgładów na rys. 62-64. Brakuje też opisu (najlepiej ilościowego) rozwinięcia powierzchni tych cząstek.
14. Jaka jest geneza opisywanej jasnej warstwy na zgładach zawrotów chłodzonych szlamami i z gotowego spieku i jaki jest skład chemiczny tej warstwy? Czy to nie jest artefakt z przygotowania zgładu a dokładnie z nasączenia materiału żywicą?
15. Praktycznie nie wyciągnięto konkretnych użytecznych wniosków z obserwacji mikroskopowych zgładów spieków i zawrotów.
16. Dlaczego zabudowanie przestony ma zmienić skład chemiczny spieku a nie jego cechy geometryczne?
17. Na wykresie zamieszczonym na rysunku 89 dobrym byłoby zróżnicowanie kolumn dla kampanii siarczkowych i tlenkowych oraz tych z modyfikacją. Sposób przedstawienia zagadnienia klasyfikacji analiz wg normy nie przedstawia jasno, czy tylko jeden przypadek był z modyfikacją czy też wszystkie dla kampanii 4-7.
18. Trudno się zgodzić ze stwierdzeniem, że zjawisko występowania analiz nie spełniających wymaganych norm, to jest odpowiedni stosunek $(Ca+Mg)/Si$, jest niezależne od typu kampanii ponieważ prezentowane dane wskazują, że w przypadku kampanii tlenkowych mniej nie spełnia norm niż w kampaniach siarczkowych.
19. Wykres na rysunku 90 przedstawiający liczbę elementów poza normą, wskazuje, że błędnym jest odnoszenie się do średniej przed i po modyfikacji, zwłaszcza dla obu rodzajów kampanii. W tym przypadku nie jest widoczny dobry rezultat modyfikacji zwłaszcza dla kampanii siarczkowych (poza porównaniem dla tej kampanii, w trakcie której wprowadzono

modyfikację). Możliwe że właściwym byłoby odrzucenie wyników dla kampanii I i wtedy pozytywny efekt wprowadzenia modyfikacji jest widoczny.

20. Jak oceniono poziom jednorodności składu chemicznego, do którego odnosi się następujący wniosek: *Jednorodność składu chemicznego produkowanego spieku jest zależna od sposobu dozowania surowców, co zostało potwierdzone badaniami przed i po zainstalowaniu przesłony na urządzeniu dozującym.*
21. Czy zwilżalność oceniano po wysuszeniu czy też w stanie dostawy? W zależności od tego inaczej należy interpretować wyniki. W przypadku próbek po wysuszeniu interpretacja miała by wydźwięk naukowy a w przypadku stanu dostawy miałyby znaczenie praktyczne.
22. Lepszym dla wnioskowania byłoby sporządzenie wykresów dla wyników zastosowania różnych wariantów dysz.
23. Nie zgadzam się ze stwierdzeniem, że aluminium jest łatwe do obróbki mechanicznej (materiał na dysze). Możliwe, że chodziło o odpowiednie stopy odlewnicze aluminium.
24. Kształt brykietu, który został zastosowany to tzw. siodło. Jakie znaczenie ma ten kształt na trwałość brykietu?
25. Dla jakich rodzajów kampanii zastosowano brykietowanie?
26. Badania organizowane są generalnie w oparciu o próby o konotacji związanej z zastosowaniem praktycznym natomiast nie w konotacji naukowej.
27. Metodyka wykonanych prób utrudnia odpowiedź, co dało efekt pozytywny? Czy to było brykietowanie czy też sezonowanie czy może efekt synergii tych obu procesów?
28. Trudno uwierzyć, że aż 75% mieszanki wsadowej to tzw. podziarno (zwroty) odsiewane z gotowego produktu. Jeśli tak rzeczywiście jest to jak w tym przypadku wygląda ekonomika procesu?
29. Bez zdefiniowania pojęcia jednorodności składu chemicznego trudno się odnieść do efektu CS2 tj. *Wskazano w jaki sposób możliwe jest osiągnięcie bardziej jednorodnego składu chemicznego produkowanego spieku w warunkach rzeczywistych.*

6. Uwagi redakcyjne i szczegółowe

1. Podstawowym niedociągnięciem redakcyjnym jest brak uporządkowania bibliografii, nie została ona uporządkowana ani alfabetycznie ani też chronologicznie zgodnie z kolejnością pojawiania się w tekście.
2. Stosowanie języka angielskiego w opisie rysunków należy uznać za błąd redakcyjny.
3. Często nie stosowano odstępów przed odnośnikiem literaturowym.
4. Str. 8. Złe umiejscowienie odnośnika literaturowego względem kropki kończącej zdanie.

5. Brak przecinków przed słowami: który; które; którego; w których; w którym; do których; na których, przez który.
6. Anglicyzm w aspekcie pisania skrótu rys. zaczynając go dużą literą. Podobnie w przypadku odnoszenia się do tabel.
7. Str. 11. Błąd stylistyczny w zdaniu: „Zagadnienia związane z rozwojem elektromobilności i magazynowaniem energii widzą w ogniwach wykorzystujących cynk potencjał dla rozwoju akumulatorów”.
8. Błędnie stosowano kropkę oddzielając części dziesiętne od całości.
9. Str. 16. Zamiast „ciężki” powinno być „ciężkich”.
10. Str. 16 i 40. Błąd w przeniesieniu wersu.
11. Brak znaków interpunkcyjnych przy wymienianiu.
12. Błędne zapisywanie bez odstępu jednostek opisanych symbolami składającymi się z liter.
13. Str. 30. Zamiast „(z ang. Lenght)” powinno być „(z ang. Lenght)”.
14. Str. 38. Zamiast „go góry” powinno być „do góry”.
15. Str. 48. Zamiast „Kolejna” powinno być „Kolejną”.
16. Str. 55. Błędy interpunkcyjne w postaci braku średników i kropek na końcu zdań.
17. Str. 58. Zamiast „(Tab. 13).” powinno być „(tab. 13).”.
18. Str. 63. Błąd stylistyczny w zdaniu: *Elektrofiltry mają one za zadanie usunięcie z gazów zanieczyszczeń metalicznych.*
19. Str. 65. Błąd stylistyczny w zdaniu: *Miejsca takie generują mniejszy opór dla gazów **kierowanym** pod maszynę spiekalniczą i tworzą się one zazwyczaj **po bokach wózków** przy oburtowaniu.*
20. Obrazy na rys. 54 powinny być oznaczone literami od a do e.
21. Str. 74. Zamiast „(Rys.60, 61)” powinno być „(rys. 60,61)”.
22. Brak odstępu pomiędzy skrótem rys. a liczbą opisującą numer rysunku.
23. Str. 80. Zamiast „struktura płytkowa” powinno być „strukturę płytkową”.
24. Str. 83. Brak kropki na końcu pierwszego z wniosków.
25. Jednostki należy zapisywać symbolem a nie wyrazem: np. str. 87. Zamiast 40 sekund powinno być 40 s.
26. Rys. 74. W podpisie brak dwukropka oraz zamiast „ przesłany” powinno być „przesłony”.
27. Str. 113. Błąd stylistyczny w zdaniu: ***Kampanie** w czasie której zainstalowano **modyfikacje** w postaci zmniejszenia wysypu ze zbiornika, podzielono na część przed i po zainstalowaniu modyfikacji (E1 i E2).*
28. Brak sensownego powodu na podawanie notacji, która została nie zdefiniowana np. tab. 47 „Sample”. Ponadto nie ma przyczyny aby w tym przypadku stosować język angielski.

29. Str. 123. Błąd stylistyczny w zdaniu: *W przypadku braku takiego momentu przyjęto maksymalny czas trwania pomiaru na 10 minut.*
30. Str. 133. Zamiast „przedstawiony” powinno być „przedstawiono”.
31. Str. 135. Zamiast „strumień” powinno być „strumienia”.
32. Str. 141. Zamiast „i w podziałach przed i po instalacji zraszacza” powinno być „i w podziałach na przed i po instalacji zraszacza”.
33. Str. 143. Zamiast „pozwala” powinno być „pozwalają”.
34. Str. 145. Zamiast „mieszanka” powinno być „mieszaną”.
35. Str. 150. Zamiast „część” powinno być „część”.
36. Str. 163. Zamiast „po przez” powinno być „poprzez”.
37. Str. 165. Zamiast „ustabilizowaniu” powinno być „ustabilizowanie” oraz zamiast „pierwiastków” powinno być „pierwiastki”.
38. Nie dopracowano i nie ujednolicono sposobu notacji pozycji literaturowych w bibliografii. Często nie podawano stron artykułów w publikacjach a w przypadku stron internetowych nie podano daty ostatniej bytności na nich.

7. Podsumowanie odnośnie przedstawionych uwag

Wszystkie przedstawione uwagi nie negują pozytywnej oceny całości pracy. Duży zakres przedstawionych uwag oraz ich szczegółowość miały na celu stworzenie Autorowi możliwość swobodnego ich wykorzystania dla własnych celów w dalszym jego rozwoju. Wyniki badań, sposób ich zaprezentowania oraz ich interpretacja potwierdza, że Autor dobrze zna zagadnienie technologiczne, które objął tematyką rozprawy doktorskiej. Doktorant wystarczająco opanował techniki badawcze oraz sposoby prezentowania wyników. Moim zdaniem Autor spełnił wymagania w zakresie rozwiązania sformułowanego problemu badawczego, osiągnął założone cele badawcze. Praca zawiera odpowiedni poziom nowości dla dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa.

Wszystko powyższe wyczerpuje niezbędne znamiona wymagane dla rozprawy doktorskiej.

Praca doktorska wskazuje, że:

Doktorant ma wiedzę w zakresie dyscypliny inżynieria materiałowa na poziomie wystarczającym.

Doktorant wykonał oryginalne opracowanie mieszczące się tematycznie w dyscyplinie naukowej inżynieria materiałowa w zakresie odpowiednim.

Doktorant wykazuje umiejętność samodzielnej pracy badawczej na poziomie wyróżniającym.

8. Wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa została ulokowana w obecnym stanie wiedzy, wykonano ją i napisano poprawnie oraz przy użyciu poprawnie dobranych technik badawczych. Zamieszczone uwagi nie negują mojej pozytywnej opinii o całości pracy.

Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską mgra inż. Roberta Szudego pt.: „Analiza i optymalizacja ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej na maszynę Dwighta Lloyd’a w procesie spiekania materiałów cynkonośnych” stwierdzam, że **spełnia ona wymogi stawiane pracom doktorskim** zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. oraz **wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

prof. Janusz Krawczyk

/podpis odręczny/

*wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz ochrony prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz.U. z 2016 r., poz. 1764)