

Dr hab. inż. Artur Bobrowski, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
Wydział Odlewnictwa
Ul. Reymonta 23
30-059 Kraków

Kraków, 15.05.2023

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mg inż. Bartłomieja Samociuka z tytułowanej

*„Zastosowanie słoju jęczmiennego jako materiału wiążącego do mas
formierskich na odlewy ze stopu metali żelaznych”*

Promotor pracy: dr hab. inż. Daniel Nowak, prof. Pol.Wroc.

Recenzję przygotowano na podstawie powołania (W10/RDND07/15/2023) przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej, reprezentowaną przez Przewodniczącego prof. dr hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego, z dnia 31 marca 2023 roku, w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora, w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna (dokument W10/RDND07/15/2023 z dnia 31 marca 2023).

1. Wartość naukowa rozprawy

Produkcja wysokojakościowych odlewów spełniających wymagania w zakresie jakości powierzchni, dokładności wymiarowej, mikrostruktury i związanymi z nią właściwościami mechanicznymi zależy od dwóch zasadniczych elementów: uzyskania wysokiej jakości stopu odlewniczego oraz odpowiednio przygotowanej formy odlewniczej. Możliwość jej wykonania i nadania odpowiednich właściwości zależy od jakości i składu zastosowanej masy formierskiej. Rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Bartłomieja Samociuka wpisuje się w ten drugi niezwykle istotny, a często traktowany jako mniej ważny element technologii odlewniczej, gdyż dopiero połączenie tych dwóch elementów pozwala uzyskać odlew spełniający wymagania klienta. Zagadnienie to jest tym bardziej ważne i aktualne z uwagi na zaostrzające się z roku na rok przepisy z zakresu ochrony środowiska, ale również rosnąca świadomość ekologiczna społeczeństwa. Odlewnie zmuszone są do stosowania bardziej przyjaznych dla środowiska materiałów. Przedsiębiorstwa kooperujące z odlewniami podejmują różnokierunkowe badania i poszukują innowacyjnych, proekologicznych spoiw i dodatków do mas formierskich i rdzeniowych, które z jednej strony pozwolą uzyskać odlewy bez wad, z drugiej będą atrakcyjne ekonomicznie i ekologiczne. Coraz więcej uwagi poświęca się także tematyce gospodarki w obiegu zamkniętym tzw. circular economy, gdzie cykl życia produktów w gospodarce jest cyklem zamkniętym. Aktualny stan wiedzy z zakresu mas formierskich i rdzeniowych wskazuje, że w dalszym ciągu poszukiwane są materiały wiążące, które mogą zastąpić dotychczas stosowane spoiwa organiczne i nieorganiczne. Każde z nich mają wady i zalety. Słaba wybijalność czy ograniczona podatność na regenerację decyduje o ograniczonym zastosowaniu spoiw nieorganicznych takich jak szkło wodne, czy inne spoiwa krzemianowe. Z kolei spoiwa organiczne, pomimo wielu zalet tj. wysokie właściwości mechaniczne i technologiczne, podatność na regenerację, dobra wybijalność, charakteryzują się skłonnością do emisji szkodliwych produktów gazowych powstających w wyniku kontaktu masy formierskiej lub rdzeniowej z wysoką temperaturą ciekłego stopu odlewniczego. w odlewnictwie.

Rozprawa doktorska mgr inż. B. Samociuka dotyczy możliwości zastosowania słodu jęczmiennego jako samodzielnego spoiwa w masach formierskich, co zostało ujęte w tezie pracy o brzmieniu: „**Słód jęczmienny można zastosować jako samodzielne spoiwo w technologii mas formierskich dla osnowy piaskowej. Samodzielne spoiwo w rozumieniu jednoskładnikowego materiału wiążącego z zastrzeżeniem, że spoiwo ze słodu jęczmiennego wymaga zastosowania wody jako rozpuszczalnika dla skrobi zawartej w słodzie**”. Autor rozprawy jasno wskazał główny cel pracy, którym było określenie wpływu zawartości spoiwa na podstawowe właściwości sporządzanych mas formierskich. Na podstawie tematu rozprawy i sformułowanej tezy stwierdzam, że zakres pracy ściśle koresponduje z aktualnymi trendami w zakresie technologii mas formierskich i wpisuje się w zagadnienia gospodarki cyrkulacyjnej, gdyż słód jęczmienny traktowany jest jako źródło odnawialne.

2. Układ pracy, poprawność językowa, opracowanie graficzne

Układ pracy z podziałem na rozdziały i podrozdziały należy uznać za właściwy, tym bardziej, że praca jest obszerna i liczy sumarycznie 148 stron. Praca napisana jest miejscami „luźnym” językiem, a niektóre określenia używane są w mowie potocznej i odbiegają od nomenklatury technicznej. Zdarzają się powtórzenia w tym samym zdaniu i inne błędy stylistyczne, dowolna zmiana czasów i trybów np. dokonano, wyniósł. Występują błędy edycyjne takie jak brak indeksów dolnych i górnych, jednostki zapisane po przecinku i dodatkowo w nawiasach kwadratowych. Błędy edycyjne nie wpływają znacząco na wartość merytoryczną pracy jednak poczuwam się w obowiązku do zaakcentowania zauważonego problemu i ich wypunktowania:

- s.6. Materiał poddano obserwacji na mikroskopie SEM (s.6) – brak objaśnienia;
- s.9. Przemysł odlewniczy ewoluuje równoległe do ewolucji – powtórzenie;
- s.10. W Europie prekursorem wprowadzania rozwiązań z zakresu ochrony środowiska była Europejska Wspólnota Gospodarcza – obecnie Unia Europejska, która wprowadziła... - powtórzenie;
- s.13. Badający historię ukuli kilka teorii – styl;
- brak odniesienia w tekście do rys. 1.1.
- zdecydowana większość badaczy tego nurtu wywodziła się z krajów rozwijających się, czyli będących na tzw. dorobku – styl;
- s. 36. Najwięcej procentowo w słodzie znajduje się skrobi (48-70% wag.) – styl;
- s. 41. Analizę słodu jęczmiennego przeprowadzono w opisany poniżej sposób – niepotrzebne zdanie;
- aparatura zastosowana do analizy TGA/TG – kilka różnych zapisów. Ponadto powinno się jasno podpisać rysunek jaki to typ aparatury, jego nazwę, ewentualnie model, typ itd.
- s.42. Do wykonania obliczeń posłużyło oprogramowanie OriginPro 2019b – powtórzenie ze s.41.
- Porównując zaprezentowane szybkości nagrzewania nasuwa się wniosek, że im większa szybkość nagrzewania, tym wyższa temperatura rejestrowanych procesów – niejasne;
- „temperatura” w liczbie mnogiej – w całej pracy;
- s.61. Wyniki S_u otrzymane dla czasu odstawienia wynoszącego 24h były zgoła odmienne – styl;
- „Zaobserwowano dużą różnicę pomiędzy zastosowanymi mieszarkami” – raczej między sposobem przygotowania masy;
- Należy stosować określenia „masa próbki” a nie „waga próbki”;
- s.78. „Ewidentnie analizowany stosunek $WS_{0,5}$ wykazał, że ilość wilgoci w masie była za skąpa, aby uwodnić i rozpuścić zawartą w słodzie jęczmiennym skrobię” – słowo „skąpa” nie jest stosowane w języku technicznym;
- s.78. „Wykazano, że wraz ze wzrostem stosunku WS ścieralność zmalała” – styl;
- s. 78. „Ewidentnie analizowany stosunek $WS_{0,5}$ wykazał, że ilość wilgoci w masie była za skąpa, aby uwodnić i rozpuścić zawartą w słodzie jęczmiennym skrobię” – styl;

- s.106. „Masy formierskie, z których przygotowano formy zostały przygotowane zgodnie z instrukcjami zawartymi w literaturze [24]” - w tego typu opracowaniach metodyka powinna zostać jasno przedstawiona.
- Tabela 7.5 „piasek krzemowy” – powinno być „kwarcowy”.

Na podkreślenie zasługuje wnikliwy przegląd literatury, który w większości opiera się o publikacje bardzo aktualne, liczący w sumie 185 pozycji.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

W streszczeniu Autor rozprawy wskazuje, że „analizie poddano pięć różnych słołów jęczmiennych, z których wybrano jeden gatunek”. Brakuje wyjaśnienia, a może tych wstępnych wyników badań wytrzymałości i parametrów technologicznych wraz z uzasadnieniem wyboru byłoby niezwykle cenne z punktu widzenia naukowo-badawczego. Nie do końca trafione wydaje się sformułowanie „dodatek spoiwa ze słołu jęczmiennego korzystnie wpływa na jakość powierzchni odlewów”, które sugeruje, że spoiwo stanowi dodatek poprawiający jakość powierzchni odlewów. W tytule pracy zapisano „w technologii mas formierskich”, natomiast w streszczeniu (s.6) w pierwszym zdaniu Autor wskazał możliwość zastosowania jako „mas formierskich i rdzeniowych”.

Cześć teoretyczna

Uważam, że Autor mógł połączyć wprowadzenie ze stron 9-12 i wkomponować go w część teoretyczną, która i tak rozpoczyna się od „Wprowadzenia w tematykę”. Na stronie 13 Autor wskazuje, że „Dotychczas spośród spoiw organicznych odlewnie stosują najczęściej żywice syntetyczne: fenolowo-formaldehadowe, mocznikowo-formaldehadowe, furanowe, furfurylowe. Czy żywica furanowa a furfurylowa zupełnie dwie różne żywice? Na stronie 19 Autor stosuje je zamiennie. Na stronie 15 Autor przytacza podział mas formierskich na generacje. W punkcie IV zapisano „masy wiązane czynnikami technologicznymi”, natomiast wg cytowanej literatury są to czynniki biotechnologiczne. W tym rozdziale kilkakrotnie pojawiają się fragmenty literatury w języku angielskim, jednak nie wszystkie opatrzone tłumaczeniem bezpośrednim lub interpretacją (prof. John Campbell). Bardzo nietrafione mocno jest również użycie (str. 21) określenia „krochmal”, jako potocznego sformułowania dla spoiwa sporządzonego na bazie skrobi, które w tego typu opracowaniach nie powinno mieć miejsca.

W części teoretycznej (s.23 i s.26) znajdują się w tym miejscu niepotrzebne zapisy dotyczące części doświadczalnej „Analizowany w pracy słoł jęczmienny stanowi potencjalny materiał wiążący, który podczas badań był utwardzany/suszony w podwyższonej temperaturze. W eksperymencie zastosowano kilka wartości temperatury suszenia, a zakres temperatury w tych oznaczeniach oscylował pomiędzy 130-210°C”.

Cel i teza badawcza

Teza badawcza wydaje się dość ostrożna, co wskazuje, że Autor rozprawy doskonale zdaje sobie sprawę ze złożoności technologii mas formierskich i konieczności spełnienia wielu kryteriów technologicznych, aby dany rodzaj materiału znalazł szerokie zastosowanie w przemyśle. Świadczy to zatem o dobrej znajomości zagadnienia.

Główny cel badawczy został jasno sformułowany i dotyczył określenia wpływu zawartości spoiwa na podstawowe właściwości mas formierskich. W tym miejscu Autor powinien wskazać jakiego typu masy formierskie lub rdzeniowe miałyby zastąpić proponowane rozwiązania. Pewne wątpliwości budzą natomiast cele dodatkowe.

Pierwszy z nich „określenie zawartości skrobi i białka, czyli podstawowych składników, z których składa się analizowany słoł metodami chemicznymi i fizycznymi”. Jaki był cel określenia zawartości tych dwóch składników? Autor rozprawy zastosował tylko jeden słoł jęczmienny o określonej zawartości skrobi i białka. Gdyby badał dwa, trzy różne rodzaje wówczas celowe byłoby określenie ich składu, zastosowanie ich u masach i określenie wpływu na ich właściwości mechaniczne i technologiczne.

Autor założył w jednym ze celów pracy „określenie metod zagęszczania masy formierskiej na bazie spoiwa ze słodu jęczmiennego”, jednak nie odnosi się co niego w dalszej części pracy.

Część badawcza

W moim przekonaniu rozdział 5 „Właściwości chemiczne” dotyczący określenia zawartości skrobi i białka w słodzie, powinien znaleźć się w części teoretycznej. Opisuje podstawową wiedzę z zakresu rodzajów jęczmienia, produkcji słodu itd. Nie jest związany z badaniami. Jego tytuł „Charakterystyka spoiwa słodu jęczmiennego” nie jest najtrafniejszy. W podrozdziale „Słód jęczmienny w odlewnictwie”, jedynie wspomniano, że został „potencjalnie zakwalifikowany” jako spoiwo do mas formierskich i dodatkowo rdzeniowych. W dalszej części podrozdziału jest jedynie opis właściwości słodu i skrobi. Tytuł rozdziału nie jest spójny z jego zawartością tym bardziej, że Autor napisał: „W literaturze z zakresu przemysłu spożywczego występuje określenie skrobi normalnej, czyli natywnej pochodzenia roślinnego oraz skrobi modyfikowanej”. Nie wiem dlaczego podrozdział zatytułowany „Historia stosowana skrobi przez człowieka”, został umieszczony w części badawczej.

Kolejny rozdział poświęcony został analizie termicznej słodu jęczmiennego. Autor nie wyjaśnia dlaczego zastosowano nagrzewanie próbki do temperatury 850°C, a także brakuje wyjaśnienia wyboru trzech szybkości nagrzewania: 12,5°C/min, 25°C/min oraz 50°C/min. Pojawia się niespójność w odniesieniu do stosowanych oznaczeń metodyki badawczej, którą traktuję jako niedopatrzenie. Autor zastosował „korektę” uzyskanych krzywych metodą lokalnego, oszacowanego wygładzania wykresu rozrzutu”, nie wyjaśnił jednak na czym ona polega i jaki ma lub może mieć wpływ na uzyskany ostateczny kształt krzywych.

W dalszej części rozdziału (s.42) Autor zapisał, że „uzyskane w trakcie nagrzewania wyniki badań TG oraz DTG poddano analizie mającej na celu określenie elementów składowych słodu, które uległy w trakcie nagrzewania rozpadowi termicznemu”. Nie znalazłem w pracy czy elementy składowe słodu zostały określone. W analizie wyników brakuje wnikliwej interpretacji wyników badań np. określenia typu reakcji: egzo- czy endotermiczna itd. Na stronie 43 Autor zapisał, że „Rozkład termiczny tej materii może powodować jej zgazowanie przez produkty spalania”. Zdanie jest niejasne i nie zostało rozwinięte, a dalej „Produktami spalania węgla (który jest głównym składnikiem składników spoiwa) w zależności od dostępu tlenu do układu reakcyjnego, stanowią tlenki węgla: CO₂ i CO”. Nie wyjaśniono czy jest to wniosek własny czy zaczerpnięty z literatury.

Na stronie 46 znajduje się niefortunny zapis „miarodajnie duża próbka”, po czym wskazuje, że „nie nastąpiło nagrzanie całej próbki”, zatem z punktu widzenia badawczego pomiar powinien zostać powtórzony.

Rozdział 6 stanowi najbardziej rozbudowaną część pracy (56 stron) i poświęcony jest zaplanowanym na szeroką skalę badaniom mas formierskich. Moim zdaniem Autor mógł lepiej zaplanować sposób przedstawienia wyników badań, zaczynając od sposobu ich sporządzenia, poprzez przygotowanie próbek, badania właściwości mechanicznych i technologicznych, kończąc analizą mikroskopową, którą w tym przypadku zastosowano w celu określenia charakteru połączeń pomiędzy ziarnami osnowy a spoiwem. Na stronie 49 Autor stosuje określenie BSE, którego nie wyjaśnia. W dalszej części rozprawy porównano obrazowanie mikroskopowe dla mas formierskich z różnymi spoiwami. Brakuje wyjaśnienia dlaczego zastosował piasek otaczany żywicą, które dedykowane są dla technologii form skorupowych i procesach dmuchowych produkcji rdzeni z zastosowaniem strzelarek w technologii hot-box. W technologii mas formierskich nie są stosowane z uwagi na konieczność nagrzania do temperatury ok. 200°C.

W rozdziale 6.2 (s. 53) wskazano, że „korzystano tylko z wody destylowanej, aby uniknąć niekorzystnego wpływu soli mineralnych i innych związków zawartych w wodzie wodociągowej – dlatego nie wykonano badań wpływu wody na właściwości masy”. Proszę krótko uzasadnić celowość takiego wyboru. Na stronie 54 opisano dwie metodyki przygotowania próbek do badań z zastosowaniem ręcznego ubijaka laboratoryjnego oraz urządzenia do wibracyjnego zagęszczania masy. W opisie metodyki brakuje czasu suszenia (utwardzania) masy w suszarce, podobnie jak przy opisie składowania w laboratorium i sezonowania próbek w komorze klimatycznej brakuje opisu warunków. Pojawiają się dopiero 7 stron dalej (s. 61).

Autor zaobserwował różnicę pomiędzy ścieralnością mas w zależności od rodzaju zastosowanej mieszarki zastosowanej do jej sporządzenia. Jest to jeden z ważniejszych efektów badań przedstawionych w recenzowanej rozprawie. Wykazano, że w przypadku masy z mieszarki łopatkowej ścieralność była wyższa o 874% w porównaniu do masy sporządzonej w mieszarce krążnikowej. Jest to interesujące zagadnienie i szkoda, że nie poświęcono mu więcej uwagi. Przyczyny można doszukiwać się w sposobie przygotowania masy, a dokładniej w rodzaju operacji elementarnej przebiegającej podczas procesu mieszania. Wykazano również dużą wrażliwość spoiwa (higroskopijność), co z punktu widzenia technologii jest zjawiskiem niekorzystnym. Może prowadzić do obniżenia wytrzymałości, zwiększania ścieralności, ale również zwiększenia ilości gazów generowanych podczas kontaktu w wysoką temperaturą ciekłego stopu odlewniczego i sprzyjać powstawaniu wad w odlewach. Wyjaśnienia wymaga sformułowanie „zwiększona wilgotność, która przyczyniła do powstania wiązań van der Waalsa (pomiędzy atomami wody), nie była w stanie skompensować osłabienia mostków wiążących ze spoiwa”. Czy przeprowadzono badania potwierdzające taki wniosek? Czy oddziaływania van der Waalsa mogą mieć tak duże znaczenie w odniesieniu do wytrzymałości masy formierskiej? Opisana w tym rozdziale kwestia dobrej płynności budzi moje wątpliwości. Autor zrezygnował z zagęszczania poprzez wibrowanie, co sugeruje, że masa charakteryzuje się słabą płynnością. Płynność mas formierskich zawierających skrobię jest zazwyczaj niezadawalająca, a dodatkowo masy charakteryzują się tendencją do przylepiania do oprzyrządowania. Moim zdaniem oznaczenie płynności swobodnej byłoby bardziej miarodajną metodą. W dalszej części pracy Autor powraca do wspomnianych wyżej wiązań van der Waalsa, które miałyby również odpowiadać za polepszenie przepuszczalności. Sugeruje, że w efekcie „mogła ulec zmniejszeniu liczba niezwiązanych ziaren wewnątrz analizowanych kształtek”.

W ramach prac badawczych zrezygnowano z przeprowadzenia analizy sitowej stosowanych piasków. Podpieranie się charakterystyką producenta jest niewystarczające, gdyż zawiera ona jedynie wielkość frakcji głównej, bez określenia innych istotnych parametrów osnowy tj. stopień jednorodności, współczynnik kształtu itd.

Rysunek 6.16 niczego nie wnosi. Uzyskane wyniki wytrzymałości na ściskanie nie nadają się do interpretacji, skoro dla każdej temperatury wynik przekracza możliwości pomiarowe aparatury. W takim wypadku, będąc w posiadaniu próbek walcowych, powinno się wykonać pomiar wytrzymałości na rozszczepianie. Dałby znacznie lepsze rezultaty, a uzyskane wyniki można przeliczyć na wytrzymałość na rozciąganie, korzystając z zależności dostępnej w cytowanej literaturze (prof. J.L. Lewandowskiego).

Autor zdecydował się na zawężenie stosunki wodno-spoiwowego do zakresu 0,5 - 2,0% lecz nie wyjaśnił tego ograniczenia szczególnie, że cytuje prace (166,167), gdzie dla osiągnięcia optymalnych własności mechanicznych próbek sporządzonych na bazie wspomnianego roztworu koloidalnego, potrzebny był określony stosunek wodno-spoiwowy, wynoszący przynajmniej 3:1, ponieważ bez odpowiedniej ilości wody nie następowało pełne uwodnienie gałeczek skrobi, a wyniki badań przedstawione na rysunkach 6.22-6.24 wykazują korzystne działanie większej porcji wilgoci w masie na jej właściwości mechaniczne i technologiczne. Niejasne i zawiłe wydaje się sformułowanie (s.75): „W przypadku pirolizy stodu jęczmiennego, czyli substratu, który tylko częściowo składa się ze skrobi, w formie odlewniczej powinny także pozostać związki mineralne zawarte w tym substracie”. Brakuje rozwinięcia podjętego zagadnienia.

W kolejnym podrozdziale przedstawiono badania wpływu rodzaju osnowy ziarnowej na właściwości masy formierskiej. Należy podkreślić, że opracowanie rozdziału 6 wymagało od Autora rozprawy ogromnego nakładu pracy laboratoryjnej. Brakuje krótkiego uzasadnienia dla jakiej odlewni dedykowane są masy, czy należy je traktować jako alternatywę dla mas ze spoiwami, mas z bentonitem, a może jako masy rdzeniowe?

Analizie poddano trzy rodzaje osnowy: kwarcową, oliwinową oraz chromitową, wszystkie o tej samej frakcji głównej. Należało podać pełną charakterystykę piasków tym bardziej, że w pracy wysunięto wniosek: „różnica płynności *PD* pomiędzy określonymi piaskami wskazała, że na płynność miały wpływ: określony kształt ziaren osnowy oraz siła tarcia pomiędzy ziarnami piasku, czyli także współczynnik tarcia, który jest inny dla różnych materiałów i zależy od rodzaju powierzchni stykających się ciał.

Najlepszą płynność wykazały ziarna osnowy o kształcie zbliżonym do kuli, ze względu na punktowy styk ziaren. Natomiast ziarna o kształcie podłużnym charakteryzowały się gorszą płynnością ze względu na większą powierzchnię styku ciał, czyli punktowe i liniowe miejsca styku pomiędzy ziarnami”.

Rozdział 7 dotyczy oceny jakości powierzchni odlewów próbnych wykonanych w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych. Opisując wyniki pomiarów chropowatości Autor nie powinien stosować określenia „numer schodka”, a raczej „grubość ścianki odlewu”. Zastanawiające jest wprowadzenie porównania jakości powierzchni odlewów próbnych wykonanych z zastosowaniem piasku otaczanego żywicą typu nowolak. Nie opisano całej metodyki, a na stronie 106 wskazano formowanie ręczne jako metodę wykonania formy. Dopiero w analizie wyników chropowatości Autor jedynie wspomina, że formy wykonano metodą Croninga, dedykowanej dla form skorupowych. Do celów porównawczych przedstawiono również analizę chropowatości dla odlewu wykonanego w masie sporządzonej z udziałem 8% bentonitu. Jak powszechnie wiadomo zdecydowana większość mas z bentonitem stosowana jest do produkcji odlewów z żeliwa, a nieodłączoną część masy stanowi nośnik węgla błyszczącego. Ocena jakości odlewów z żeliwa powinna ten dodatek uwzględniać.

Uważam, że rozdział poświęcony analizie jakości powierzchni odlewów jest wartościowy z punktu widzenia aplikacyjnego tym bardziej, że wzbogacony został o wyniki analiz dla odlewów próbnych wykonanych w warunkach przemysłowych. Stanowią one dopełnienie i uzupełnienie badań laboratoryjnych, w których nie stosowano powłok ochronnych. Poza wymiarami gabarytowymi w analizie wyników powinna pojawić się również informacja o masie odlewu. Dobrze byłoby podać charakterystykę powłoki (pokrycia ochronnego) GRAFMAL G3 firmy KRATOS Sp. z o.o. Czytelnik dopiero na podstawie zdjęcia z wypalania wnioskuję, że była to powłoka alkoholowa.

Pracę kończy podsumowanie oraz wnioski końcowe z przeprowadzonych badań. Moim zdaniem we wnioskach nie należy powoływać się na literaturę, gdyż jest to miejsce na podsumowanie badań własnych. Wniosek 5 wydaje się dyskusyjny, gdyż w pewnym momencie Autor zrezygnował w zagęszczania wibracyjnego, nie wyjaśniając wcześniej przyczyny porzucenia tematu.

4. Zagadnienia do dyskusji:

1. Autor rozprawy zastosował tylko jeden sód jęczmienny o określonej zawartości skrobi i białka. Gdyby badał dwa, trzy różne rodzaje wówczas celowe byłoby określenie ich składu, zastosowanie ich u masach i określenie wpływu na ich właściwości mechaniczne i technologiczne. Jaki był cel określenia zawartości tych dwóch składników?
2. Czy założony cel „*określenie metod zagęszczania masy formierskiej na bazie spoiwa ze słodu jęczmiennego*” został zrealizowany?
3. Na jakiej podstawie ustalono temperaturę i szybkość nagrzewania próbek w analizie termicznej spoiwa?
4. Zawartość tabeli 5.3 jest niejasna. Co oznaczają „wartości charakterystyczne krzywych”? Jak rozumieć zapis krzywa 1-4? Tabela powinna zostać inaczej skonstruowana, a krzywe zastąpione raczej punktami charakterystycznymi. Co oznacza „*przy szybkości 12,5°/min zarejestrowano 4 krzywe*”? Jak interpretować podpisy pod rysunkami 5.9-5.11 „*rozkład wykresu*”?
5. Do celów badawczych sporządzanie mas z dodatkiem wody demineralizowanej jest jak najbardziej uzasadnione. Czy prowadzono wstępne badania, a może są planowane, z zastosowaniem wody wodociągowej, aby odnieść się do warunków przemysłowych?
6. Proszę o wyjaśnienie „*zwiększona wilgotność, która przyczyniła do powstania wiązań van der Waalsa (pomiędzy atomami wody), nie była w stanie skompensować osłabienia mostków wiążących ze spoiwa*”. Czy przeprowadzono badania potwierdzające taki wniosek? Czy oddziaływanie van der Waalsa mogą mieć tak duże znaczenie w odniesieniu do wytrzymałości masy formierskiej?
7. W pracy zabrakło wskazania jakiego typu masy miałyby zastąpić masy ze sładem jęczmiennym. Masy formierskie, rdzeniowe? Masy klasyczne czy masy ze spoiwami? Czy jest możliwość stosowania ich w obiegu zamkniętym poprzez jej odświeżenie, podobnie jak w przypadku mas z bentonitem?

8. W przypadku wykonywania odlewów żeliwnych w masach z bentonitem zawsze stosowany jest dodatek nośnika węgla błyszczącego. Dlaczego zdecydowano się na masę z bentonitem bez nośnika, czyli układ, który nie występuje w praktyce przemysłowej?
9. Proszę o wyjaśnienie co oznacza sformułowanie „Sporządzone masy na bazie słodu jęczmiennego posiadają określony, krótki czas możliwości ich magazynowania”. Nie znalazłem wyników badań.
10. Czy podejmowano próbę sporządzenia ciekłego spoiwa i przygotowania masy formierskiej z jego udziałem?
11. Proszę o komentarz: „Różnica w głębokości przepalonych warstw wynika z reakcji egzotermicznej. Tzn. im więcej spoiwa zawiera masa, tym głębsza była warstwa przepalona”.
12. Jaki wpływ na proces regeneracji będzie miał wskazany w pracy kohezyjny charakter destrukcji mostków utwardzonego spoiwa? Jaki rodzaj regeneracji proponowany jest dla tego typu mas?
13. Dlaczego nie wykonano analizy chropowatości dla wszystkich grubości ścianek? Z rysunków wynika, że dla cienkiej ścianki jakość powierzchni jest gorsza.
14. Czy zastosowanie słodu jęczmiennego jako spoiwa do mas formierskich ma sens ekonomiczny skoro potrzebne są dodatkowe nakłady energetyczne na proces suszenia? Jaki jest szacowny koszt przygotowania 1 tony masy formierskiej w stosunku do innych dostępnych na rynku materiałów wiążących?

5. Istotne elementy rozprawy i ocena końcowa

Pracę uważam za interesującą i wnoszącą istotny wkład w rozwój technologii mas formierskich, a w szczególności:

- Określenie wpływu rodzaju osnowy na właściwości mas formierskich;
- Wykazanie możliwości uzyskania wyższej wytrzymałości mas przy zastosowaniu drobnoziarnistej osnowy piaskowej (przeciwnie do mas ze spoiwami);
- Wykazanie wzrostu wytrzymałości mas wraz ze wzrostem czasu i temperatury utwardzania oraz optymalnego (5%) udziału spoiwa w masie w celu osiągnięcia wymaganych parametrów mechanicznych i technologicznych;
- Wskazanie optymalnych warunków utwardzania (150°C oraz czas 1h);
- Wykazanie, że wyższy stosunek woda-spoivo korzystnie wpływa na zmniejszenie ścieralności oraz wzrost wytrzymałości mas, a niekorzystnie na przepuszczalność masy;
- Wykazanie kohezyjnego charakteru wiązań pomiędzy ziarnem osnowy a spoiwem;
- Wykonanie odlewów próbnych wraz z badaniami chropowatości, które wykazały możliwość otrzymania odlewów bez wad, spełniających wymagania jakościowe.

Pozytywnie oceniam również metodykę wykonania odlewów próbnych świadczą o znajomości technologii formy. Wybór zalewania formy w poziomie pozwala na zminimalizowanie wpływu ciśnienia metalostatycznego, które w przypadku zalewania modelu schodowego w pionie mogłoby zakłócić wyniki badań. Ważnym elementem, na co Autor również zwrócił uwagę, jest zbadanie emisji gazów podczas zalewania form, zarówno pod względem objętości generowanych produktów gazowych powstających w wyniku degradacji termicznej spoiwa, która może wpływać na powstawanie wad w odlewach, ale również ich skład, a w szczególności emisję związków BTEX, które uznawane są za wskaźnik szkodliwości mas formierskich i rdzeniowych dla otoczenia. Ważny aspekt natury technologicznej stanowi zbadanie tzw. żywotności mas, czyli przydatności do formowania. Sugerowałbym także badania higroskopijności, gdyż zmienne warunki atmosferyczne stanowią często ogromne wyzwanie dla technologów, w szczególności w okresach przejściowych. Zdefiniowanie kolejnych kierunków badań uważam za właściwe i bardzo trafne, gdyż Autor ma świadomość złożoności problemów związanych z wprowadzeniem do przemysłu nowego spoiwa oraz konieczności przeprowadzenia wielowątkowych badań, które potwierdzą możliwość ich powszechnego zastosowania. Biorąc pod uwagę doświadczenia pracowników Wydziału Mechanicznego Politechniki

Wrocławskiej w aspekcie wykorzystania promieniowania elektromagnetycznego z zakresu mikrofal jako czynnika sieciującego, taki typ badań przeprowadzony dla mas formierskich ze sładem jęczmiennym byłby również interesujący, gdyż rozszerzyłby wiedzę z zakresu mechanizmu ich utwardzania w zależności od źródła energii.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa zawiera elementy nowości oraz przedstawia szeroki zakres badań laboratoryjnych zakończony wykonaniem odlewów próbnych w warunkach przemysłowych potwierdzających możliwość zastosowania słodu jęczmiennego jako samodzielnego spoiwa. Postawiona teza została zatem udowodniona co pozwala stwierdzić, że zostały spełnione warunki stawiane rozprawom doktorskim.

Wniosek końcowy

Ja, niżej podpisany stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Bartłomieja Samociuka spełnia warunki określone w art. 13.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 poz. 595 z późn. zmianami) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie mgr inż. Bartłomieja Samociuka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

