

Dr hab. inż. Dariusz Sykutera, prof. PBŚ
Wydział Inżynierii Mechanicznej
Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

Bydgoszcz 04.09.2022 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr. inż. Jakuba Franka

pt. „Opracowanie nowej metody wtrysku biokompozytów
zwiększających wydajność produkcji”

Promotor rozprawy:
Prof. dr hab. inż. Jerzy Świder

Promotor pomocniczy:
dr inż. Piotr Michalski

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzja została opracowana na podstawie zlecenia DIM.075.279.2022 z dnia 28.06.2023r. Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej Prof. dr hab. inż. Ewy Majchrzak.

Stwierdzam, że tematyka recenzowanej pracy jest zgodna z obszarem moich zainteresowań naukowych. Oświadczam jednocześnie, że nie prowadziłem i nie prowadzę z Doktorantem żadnych wspólnych badań naukowych oraz że nie jesteśmy wspólnie autorami jakiegokolwiek publikacji naukowej.

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 15.09.2023
RDJMe120215112023
nr zał.

2. Znaczenie podjętej tematyki

Wtryskiwanie jest jedną z dwóch najważniejszych metod przetwarzania tworzyw polimerowych. Swoją popularność zawdzięcza możliwości wytwarzania wyrobów użytkowych w skali masowej, przy niskim zużyciu energii. Technologia wtryskiwania jest procesem cyklicznym, w którym ostateczne formowanie wyrobów odbywa się w formie wtryskowej o różnej liczbie gniazd formujących. Nie można uzyskać wypraski o oczekiwanej jakości bez dobrze zaprojektowanej i wykonanej formy wtryskowej oraz wtryskarki, gwarantującej powtarzalność realizacji nastaw procesowych. Stop polimerowy wypełnia gniazda formujące pod wpływem działania znaczącego ciśnienia wtrysku, które jest formowane na czole ślimaka w układzie uplastyczniającym wtryskarki. W końcowym etapie fazy wtrysku następuje gwałtowny wzrost wartości tego parametru w gniazdach formujących formy wtryskowej, co w przypadku wtryskarki o zbyt małej, maksymalnej sile zamykania, może prowadzić do chwilowego uchYLENIA części ruchomej narzędzia.

Przedmiotem recenzowanej rozprawy jest opracowanie i badania oryginalnej metody wtryskiwania TwinShot, której celem jest zwiększenie wydajności produkcji kompozytowych wyprasek termoplastycznych. Zbadano możliwość realizacji fazy wtrysku w dwóch, następujących po sobie etapach, przy czym założono, że w trakcie trwania każdego z nich, stop polimerowy zostanie wtrysnięty do połowy liczby gniazd formujących, wielogniazdowej formy wtryskowej. Każda z dysz wtryskowych układu przepływowego z kanałami gorącymi była zamykana igłowo, a sterowanie przemieszczaniem się elementu zamknięcia odbywało się pneumatycznie. Założono także, że pozostałe etapy cyklu wtryskowego będą odbywały się standardowo. Celem pracy było wykazanie, że jeśli jest taka możliwość techniczna, to proces wtryskiwania można prowadzić z użyciem multigniazdowej formy i wtryskarki o maksymalnej objętości wtrysku i sile zamykania, nie pozwalających w standardowych warunkach realizacji procesu, na wytworzenie wyprasek o oczekiwanej jakości we wszystkich gniazdach. Założono, że można uzyskać prawidłowe wytwory poprzez realizację fazy wtrysku w dwóch etapach, dzięki temu nie dojdzie do niekorzystnego efektu rozwarcia części ruchomej i nieruchomej formy wtryskowej.

3. Charakterystyka formalna rozprawy

Recenzowana praca doktorska została napisana łącznie na 125 stronach maszynopisu w formacie A4. Rozprawa składa się z 10 rozdziałów, obejmujących także podsumowanie wyników badań. Oprócz streszczeń w języku polskim i angielskim, wykazu oznaczeń oraz

bibliografii (89 pozycji), w pracy zamieszczono jako załączniki zbiór dwudziestu tablic z wynikami badań własnych (str. 106-125).

Po obszernym wprowadzeniu, w rozdziale 2 przedstawiono krótkie opisy wybranych technologii przetwórstwa polimerów, co uważam za niepotrzebny wypełniacz rozprawy i przyczynę do przywołania w spisie literatury większej liczby pozycji. Następnie Autor sformułował cele, zakres oraz tezę naukową rozprawy. W podrozdziale 3.3 przedstawiono analizę ryzyka związanego z realizacją pracy i ten fragment uważam za wartościowy. W rozdziale 4 przedstawiono założenia metody wtryskiwania termoplastów TwinShot, a następnie algorytm do analizy przydatności tej metody w różnych odmianach procesu wtryskiwania. Rozdział 6 jest analizą możliwości wdrożenia tej metody dla wybranych, znanych sposobów kształtowania wyprasek. Moim zdaniem, można było te trzy krótkie rozdziały (4-6) połączyć w jeden, a analizę przydatności metody wtryskiwania TwinShot oprzeć o kryteria i nadać im odpowiednie wagi. Wśród wskazanych odmian procesu wtryskiwania znalazły się bowiem takie, które dla znawców tematu nie nadają się do wdrożenia autorskiego pomysłu Doktoranta. Praca byłaby znacznie bardziej przejrzysta, gdyby tytuły rozdziałów 7-8 odzwierciedlały typową strukturę badań doświadczalnych, ze wskazaniem obiektu badań, metodyki, programu badań, przyjętych parametrów procesowych oraz dyskusji wyników. Dotyczy to zarówno analiz symulacyjnych jak i części badań eksperymentalnych. W podsumowaniu (rozdział 10), Kandydat potwierdził postawioną w rozdziale 3 tezę naukową oraz przedstawił liczne wnioski. W moim odczuciu, nie trzeba było prowadzić tak kosztownych badań, aby udowodnić, że faza wtrysku realizowana sekwencyjnie za pomocą metody TwinShot pozwoli na podniesienie wydajności produkcji (przy założeniu powtarzalności kolejnych cykli gwarantujących oczekiwaną jakość wyprasek). Sformułowane wnioski są zbyt ogólne, nie podkreślają dokonań naukowych Doktoranta i walorów pracy.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

W trakcie lektury pracy mgr. inż. Jakuba Franka można znaleźć wiele wątków, które dają przekonanie, że **recenzowana rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**

Świadczą o tym te fragmenty pracy, w których Autor przedstawił oryginalne rozwiązanie własne w zakresie realizacji procesu wytwarzania wyprasek (rozdział 4, częściowo 6). Moim zdaniem, najbardziej wartościowym fragmentem pracy jest sposób dochodzenia do ostatecznej postaci konstrukcyjnej dwudziestoośmiogniazdowej formy wtryskowej oraz

sposób pomiaru naprężeń w kolumnach wtryskarki i późniejsza interpretacja wyników (rozdział 7). Proces wtryskiwania jest bardzo dynamiczny, a wybrany obiekt badań jest wbrew pozorom trudny do analiz naukowych.

Z uwagi na podjętą w pracy tematykę, związaną z określeniem zależności pomiędzy siłą zamykania, a powierzchnią rzutu wyprasek na płaszczyznę podziału formy wtryskowej, wybór rodzaju wyprasek był bardzo zasadny. Odczytuję to jako posiadanie odpowiedniej wiedzy teoretycznej Kandydata w zakresie opisu zjawisk towarzyszącym przetwórstwu stopów polimerowych metodą wtryskiwania i wytwarzania cienkościennych wyprasek, o znaczącej powierzchni w stosunku do masy. Do realizacji eksperymentu Autor rozprawy wytypował tworzywo polimerowe o dużej lepkości, napełnione proszkiem drzewnym, co znacznie utrudniało warunki realizacji eksperymentu, a także badań symulacyjnych (model reologiczny materiału). Na etapie projektowania konstrukcji formy wtryskowej zastosowano współczesne narzędzia wsparcia inżynierskiego takie jak: program do symulacji procesu wtryskiwania, oparty o metodę elementów skończonych MES oraz oprogramowanie CAD.

Przytoczone fragmenty rozprawy pozwalają na stwierdzenie, że Kandydat prezentuje dobrą wiedzę inżynierską w zakresie budowy form wtryskowych, zwłaszcza familijnych i piętrowych oraz rozumie istotę różnic w zakresie odmian procesu wytwarzania wyprasek o różnych cechach geometrycznych i kształcie (rozdział 6). W rozprawie doktorskiej można zauważyć także pewne mankamenty w tym zakresie, a kluczowym wydaje się częste mylenie pojęć (np. *wtrysk* zamiast wtryskiwanie) oraz używanie określeń stosowanych w języku potocznym.

To silne zakotwiczenie Kandydata w przemyśle odbieram pozytywnie przez pryzmat oryginalności tematyki i przyjętych rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych. Przedstawiona w rozdziale 4 metoda TwinShot ma zauważalne cechy oryginalnego rozwiązania własnego w zakresie realizacji procesu wtryskiwania z użyciem wtryskarki, która w standardowym procesie miałaby zbyt małą siłę zamykania oraz niewystarczającą, maksymalną objętość wtrysku, w odniesieniu do krotności gniazd formujących narzędzia i geometrii wyprasek. Dzięki modyfikacji fazy wtrysku i specjalnej konstrukcji formy wtryskowej (zamykane dysze) można uzyskać istotny wzrost wydajności procesu, przy zachowaniu odpowiedniej jakości wyprasek i prawidłowej eksploatacji wtryskarki. Opis i nazwa metody wytwarzania powinny zostać zastrzeżone co najmniej w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej, gdyż dostrzegam duży potencjał w jej utylitarnym wykorzystaniu.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a rezultaty zrealizowanych przez Doktoranta badań naukowych mogą zostać zastosowane w sferze gospodarczej.

Wyniki analiz symulacyjnych stały się podstawą do zmian konstrukcyjnych w formie badawczej (przemieszczenie punktu wtrysku i modyfikacja układu chłodzenia), w czym dostrzegam również znaczącą wartość utylitarną rozprawy doktorskiej. Moim zdaniem, zaprezentowane treści są bardzo interesujące zwłaszcza dla tych narzędziowni, które specjalizują się w produkcji form wtryskowych przeznaczonych do wytwarzania sztućców oraz innych wyprasek cienkościennych o znaczącej powierzchni do masy.

Najsłabszym elementem rozprawy doktorskiej mgr. inż. Jakuba Franka jest wykazanie, że Kandydat prezentuje umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w zakresie przedstawianych treści. Dotyczy to zarówno części teoretycznej jak i doświadczalnej. Uważam, że zabrakło rzetelnego przeglądu stanu wiedzy w przedmiocie rozprawy, zarówno w oparciu o dane literaturowe jak i przegląd patentowy. Pominęto w nim nowe rozwiązania konstrukcyjne form wtryskowych, pozwalające na modyfikacje standardowego procesu wtryskiwania (np. technologia spajania wyprasek w formie z tzw. ruchomą matrycą DSI firmy JSW). W moim odczuciu opis metodyczny części doświadczalnej nie zawiera wielu elementów pracy naukowej, zwłaszcza w zakresie zdefiniowania i opisanie cech obiektu badań, kryteriów doboru materiału, programu badań, określenia czynników zmiennych wejściowych i wyjściowych, a także użytych narzędzi, urządzeń i metod pomiarowych.

Uważam, że rozprawa doktorska nie wykazuje umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora. Negatywne stwierdzenie łagodzi znaczenie podjętej przez Kandydata tematyki rozprawy oraz opracowanie własnej, oryginalnej metody wtrysku TwinShot. Pozytywnie oceniam wartość merytoryczną wyników badań własnych i wybrane fragmenty analiz zaprezentowane w części teoretycznej. Aby potwierdzić, że również w tym aspekcie Kandydat prezentuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, należy przeprowadzić korektę merytoryczną rozprawy w następujących jej fragmentach:

- a) przygotowanie nowego rozdziału 2 pracy, w którym zostanie przeprowadzona analiza literatury naukowej i przegląd patentowy, właściwe z punktu widzenia tytułu rozprawy i podjętej tematyki;
- b) zmiana treści rozdziału 7, w zakresie charakterystyki geometrycznej obiektu(-ów) badań, przyjętych metod badawczych, opisu czynników niezależnych i zależnych, programu badań i sposobu realizacji opisanych celów badawczych;

- c) uzupełnienie informacji, czy Kandydat samodzielnie zaprojektował i wdrażał prototypową, familijną formę wtryskową oraz 28-krotną formę badawczą. Jeśli był to większy zespół, jaki udział w tych działaniach inżynierskich ma Kandydat?
- d) wskazanie związków pomiędzy użyciem w pierwszym etapie prototypowej, familijnej formy wtryskowej (rys. 7.4 str. 50), a późniejszymi badaniami z wykorzystaniem 28-krotnej badawczej formy wtryskowej (rys. 7.9-7.11). Na czym polegały zmiany konstrukcyjne wprowadzone w prototypowej formie wtryskowej (w3↓ str.51) i jak wpłynęły one na ostateczny projekt 28-gniazdowej formy badawczej. Czy zmiany konstrukcyjne proponował i nadzorował Kandydat?
- e) wybór tworzywa zastosowanego w badaniach powinien uwzględniać więcej kryteriów, a w jego doborze Doktorant nie powinien opierać się wyłącznie na wieloletnim doświadczeniu przywołanego w treści producenta (tworzywa czy sztuców ?). Przyjęte kryterium termiczne jest słuszne, ale metodycznie źle opisane, ponieważ brakuje kluczowej informacji o kierunku działania obciążenia zewnętrznego na obiekt badań (widelec). Przyjęte przez Kandydata „*kryterium przetwórcze*” (tab. 7.2 str. 54), powinno opierać się na metodzie naukowej, np. na oznaczeniu lub analizie (na podstawie danych producenta) lepkości pozornej stopu polimerowego, a gdyby to okazało się trudne w realizacji, można posłużyć się wskaźnikiem szybkości płynięcia;
- f) do pełnego wnioskowania na poziomie naukowym wymagana jest charakterystyka obiektu (-ów) badań (widelec, nóż) z podaniem ich cech geometrycznych, a także przedstawienie projektu formy wtryskowej zgodnie z wymogami stawianymi dokumentacji technicznej (a nie tylko schemat i widok części formujących). Biorąc pod uwagę prezentację i dyskusję wyników badań, wszystkie gniazda w formie badawczej powinny być ponumerowane. Opis narzędzia powinien zawierać pełną charakterystykę układu przepływowego;
- g) na rys. 7.12 oraz 7.13 rozprawy doktorskiej przedstawiono wyniki badań symulacyjnych, które były podstawą przyjęcia poprawek w zakresie prób optymalizacji umiejscowienia punktu wtrysku i zmian w układzie chłodzenia formy wtryskowej. Użycie programu do symulacji procesu wtryskiwania uważam za słuszne, ale Kandydat nie podał żadnych (!) parametrów, z jakimi przeprowadził symulacje, a także nie zawarł informacji o przyjętym modelu reologicznym tworzywa, zastosowanego w tych analizach. Jest to tym bardziej istotne, że

wytypowane do badań tworzywo, jest kompozytem WPC, zawierającym 40% mączki drzewnej w osnowie polipropylenu (rozdział 7);

- h) podrozdział 7.3.6 dotyczący budowy sterownika zawiera co prawda jego schemat ideowy i widok przedniego panelu, ale z uwagi na cel i zakres rozprawy uważam, że powinien co najmniej zawierać schemat budowy i działania ze wskazaniem poszczególnych elementów roboczych. W moim odczuciu, przedstawiona na dwóch stronach charakterystyka tego rozwiązania jest niewystarczająca z uwagi na znaczenie tego układu w osiągnięciu zaprezentowanych celów naukowych i użytkowych rozprawy.
- i) przyjęcie pneumatycznego sterowania zamykaniem każdej dyszy jest dyskusyjne ze względu na powtarzalność zamykania i otwierania wszystkich czternastu dysz w tym samym czasie. Brakuje dyskusji na temat wyboru tego rozwiązania w stosunku do innych, istniejących na rynku możliwości w zakresie sterowania pracą dysz zamykanych. ;
- j) w rozdziale 7 zabrakło określenia czynników wejściowych i zakresu ich zmienności szczegółowego opisu programu badań, parametrów procesu wtryskiwania dla metody TwinShot oraz sposobów weryfikacji tego sposobu realizacji fazy wtrysku (czynniki wyjściowe). Dopiero w rozdziale 8 (rozpoczyna się od str. 69 i dotyczy analizy wyników badań), na stronie 88 Kandydat ujawnia najważniejsze parametry procesowe, przyjęte do realizacji badań doświadczalnych.
- k) w rozdziale 8 przedstawiono wyniki badań weryfikujących skuteczność działania nowego sposobu wtryskiwania, z podzieloną na dwa podetapy fazą wtrysku. W moim przekonaniu, ocena zaproponowanego rozwiązania technicznego, oparta jedynie o analizę zmiany masy wyprasek i polegająca na obserwacji zmian naprężeń rejestrowanych w kolumnach wtryskarki podczas fazy wtrysku, nie jest kompletna i w pełni przekonywująca. Kandydat powinien ją uzupełnić o co najmniej jedno, kryterium jakościowe (np. oznaczenie skurczu i deformacji, stopnia krystaliczności, wytrzymałości mechanicznej lub/i istotnych wymiarów wyprasek w zależności od czasu ich chłodzenia);
- l) korekty wymaga sposób prezentacji wyników zawartych w rozdziale 8. Osie poziome nie są w ogóle opisane, nie ma także żadnej informacji, z którego gniazda (jego numer w połączeniu z wizualizacją na schemacie) pobierano próbki do oznaczenia ich masy. Brakuje także kluczowej informacji, które segmenty gniazd formy wtryskowej wypełniano w pierwszej kolejności stopionym tworzywem, a które z opóźnieniem!

Przecież to jest kluczowa informacja dla zrozumienia zmian masy wyprasek przy zastosowaniu określonych parametrów procesu wtryskiwania. Odnoszę wrażenie, że większy wpływ na zmiany masy wyprasek ma numer gniazda w formie wtryskowej (miejsce pobierania próbek), niż zmiana wartość siły zamykania wtryskarki. Różnice masy pomiędzy wypraskami z różnych gniazd są bardziej istotne, niż dla wyrobów otrzymanych w standardowym procesie. Brakuje tu dyskusji naukowej dlaczego w ogóle można zaobserwować te efekty;

- m) uzasadnienie stosowania metody TwinShot z ekonomicznego punktu widzenia (rozdział 9) jest poprawnie przygotowane, ale trzeba wskazać źródło wyliczeń kosztów wtryskarki, automatyzacji, formy wtryskowej itp. (tab. 9.2, str. 91). W moim przekonaniu, podanie stałych cen odnosi się do jednego dostawcy elementów takiej linii produkcyjnej, a więc w pracy naukowej trzeba wyjaśnić dlaczego przyjęto właśnie te dane;
- n) rozdziały 7 i 8 rzutują w największym stopniu na ocenę **umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**

Spis cytowanej literatury naukowej nie jest w pełni reprezentatywny dla problematyki rozprawy. To stosunkowo niewielki jak na rozprawy doktorskie zbiór piśmiennictwa naukowego i branżowego, obejmujący 89 pozycje, w tym 62 w języku angielskim. Publikacje naukowe w języku obcym to zaledwie 37 pozycje, pozostałe to obcojęzyczne książki i materiały techniczne dostawców maszyn i urządzeń. W spisie literatury nie odnotowano żadnej pracy, w których Doktorant jest autorem lub współautorem. Cytowane pozycje dotyczą bardzo wielu obszarów tematycznych, na przykład porównania chłonności wyprasek i wytłocznyn (poz. 5), problematyki inwestycji i finansów (poz. 49 i 50), światowego zużycia materiałów polimerowych (poz. 9-12), recyklingu i koniecznych transformacji w branży tworzyw (poz. 13, 14), rozporządzeń UE w zakresie odpadów oraz różnych procesów wytwarzania (np. wtryskiwanie ceramiki - poz. 54, wytłaczania - poz. 21-24, mikrowtryskiwania – poz. 27, a nawet odlewania rotacyjnego wytworów wielkogabarytowych – poz. 15, 17). W moim odczuciu, spis pozycji literaturowych nie jest spójny, zawiera zbyt małą liczbę pozycji bezpośrednio dotyczących tematyki pracy. Z uwagi na cele naukowe i utylitarne rozprawy, nowa metoda realizacji fazy wtrysku wymagałaby także weryfikacji w opisach zawartych w bazach patentowych.

Lektura treści rozprawy wskazuje, że zbyt często Kandydat posługuje się językiem potocznym (tzw. „żargon przemysłowy”), nazywając proces wtryskiwania „wtryskiem” (na wielu stronach) – wtrysk to faza procesu wtryskiwania, dla wypraski dominuje określenie „detal” (na wielu stronach), „grzane kanały” (str. 5), a powinno być układ przepływowy z kanałami gorącymi, „faza docisku ma uzupełnić skurcz” (w5↑ str. 19) – zadaniem fazy docisku jest raczej minimalizowanie skurczu objętościowego tworzywa, „czoło polimeru” (w9↑ str. 20) - poprawniej czoło strumienia stopu tworzywa, „ciśnienie” (w3↓ str. 34), ciśnienie wyrażamy w l. pojedynczej - są tylko różne wartości ciśnienia, „zwalidowanie” (w6↓ str. 48), „dawka wtryskowa” (w3↓ str. 57) – raczej objętość wtrysku, dla Kandydata profil prędkości wtrysku to jedna wartość (w14↓ str. 69). W rozprawie o charakterze doświadczalnym formułowanie tezy jest dyskusyjne, wystarczy sformułowanie celów naukowych i utylitarnych. Co ważne, przedstawiona na stronie 22 teza jest nieprecyzyjna (co kłóci się z def. tezy), gdyż nie ilość gniazd formujących jest kluczowa dla jej dowiedzenia, ale całkowity rzut powierzchni wyprasek (gniazd formujących) na płaszczyznę podziału formy wtryskowej. Upraszczając, bardzo istotne dla określenia relacji pomiędzy siłą zamykania wtryskarki a siłą rozwarcia formy wtryskowej (generowanej przez maksymalne ciśnienie wtrysku i wspomnianą całkowitą powierzchnią rzutu wyprasek) ma kształt wypraski i grubość jej ścianek.

Mgr inż. Jakub Franek jest współautorem 4 prac naukowych, przy czym jedna została opublikowana w czasopiśmie z listy ministerialnej (70 pkt. MEiN), jedna jako rozdział w krajowej pracy zbiorowej (20 pkt. MEiN) oraz dwie w postaci streszczeń. Stwierdzam, że zgodnie z obowiązującymi zapisami ustawowymi, Doktorant w sposób dostateczny wypełnił warunki stawiane kandydatom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora w tym zakresie.

5. Podsumowanie

W moim przekonaniu, **Kandydat prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria mechaniczna**. Rozprawa doktorska mgr. inż. Jakuba Franka pt.: „*Opracowanie nowej metody wtrysku biokompozytów zwiększających wydajność produkcji*” ma charakter doświadczalny, w swoim spektrum obejmuje w dużej części naukowe zagadnienia modelowania, konstrukcji oraz wytwarzania wyprasek metodą wtryskiwania. Do zrealizowania postawionych celów Autor musiał wykazać się znajomością wybranych zagadnień konstrukcji form wtryskowych, pomiarów metodami stykowymi oraz przetwórstwa tworzyw polimerowych. Stwierdzam także, że Autor pozytywnie zweryfikował postawione

cele, a przedmiotem rozprawy doktorskiej **jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**. Zaprezentowane wyniki mają znaczenie nie tylko poznawcze, ale także użytkowe, istotne z punktu widzenia praktyki przemysłowej w zakresie projektowania form wtryskowych i przetwórstwa tworzyw polimerowych metodą wtryskiwania.

Na podstawie przytoczonych w punkcie 4 uwag krytycznych uważam, że rozprawa doktorska **nie wykazuje w stopniu dostatecznym umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydata**.

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione wyżej kryteria stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Jakuba Franka pt.: „*Opracowanie nowej metody wtrysku biokompozytów zwiększających wydajność produkcji*”, **nie spełnia** wszystkich wymagań określonych w obowiązującej Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Na tej podstawie stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Śląskiej o **niedopuszczenie** mgr. inż. Jakuba Franka do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Jednocześnie biorąc pod uwagę przedstawione w rozprawie doktorskiej oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i możliwość jego wdrożenia w sferze gospodarczej, stawiam wniosek o wyrażenie zgody przez Radę Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Śląskiej na wprowadzenie do pracy **wskazanych w treści recenzji poprawek, w zakresie wykazania przez Kandydata umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**.

Two handwritten signatures in blue ink. The first signature is on the left and the second is on the right. Both are written in a cursive, flowing style.