

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr. inż. **Sylwestra Norwińskiego**

pt.: „Wpływ rodzaju i kształtu napełniacza na wybrane
właściwości fizyczne, użytkowe oraz strukturę
kompozytów na osnowie polipropylenu”

Promotor rozprawy:

dr hab. inż. **Przemysław Postawa, prof. PCz**

Promotor pomocniczy:

dr hab. inż. **Tomasz Stachowiak, prof. PCz**

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzja została opracowana na podstawie zlecenia R-WIMil-510-5/7 z dnia 09.10.2024r. Kierownika Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Częstochowskiej dra hab. inż. Janusza Szmidla, prof. PCz.

Stwierdzam, że tematyka recenzowanej rozprawy 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 współautorami jakiegokolwiek publikacji naukowej.

2. Znaczenie podjętej tematyki

Polipropylen (skrót PP) jest współcześnie najbardziej popularnym tworzywem termoplastycznym, którego udział w światowej produkcji tworzyw polimerowych stanowi 18,9 % mas. (na podstawie danych Plastics Europe za 2023 r.). Powszechnie wiadomo również, że w zakresie modyfikacji właściwości fizycznych i użytkowych najwięcej publikacji naukowych dotyczy właśnie tego materiału (na wprowadzone w dniu 22.10.2024 słowa kluczowe *PP modification* w bazie WoS otrzymano blisko 10 000 rekordów). Te dwa fakty stanowią wystarczającą przesłankę do stwierdzenia, że podjęta w rozprawie tematyka jest istotna zarówno z punktu widzenia naukowego jak i użytkowego. Wprowadzenie do osnowy polipropylenowej konkretnego rodzaju napełniacza w odpowiednim stężeniu nie tylko zmienia właściwości fizyczne czy użytkowe tego materiału, ale także powoduje zmiany jego właściwości przetwórczych. Dotyczy to głównie lepkości pozornej, orientacji makrocząsteczek podczas płynięcia stopu, skurczu przetwórczego, podatności na odkształcenia etc. Jest to szczególnie istotne podczas realizacji procesu wtryskiwania, w którym zmiana właściwości materiału wsadowego istotnie wpływa na jego przebieg oraz właściwości wytworów.

Przedmiotem rozprawy jest ocena wpływu rodzaju i kształtu napełniacza na wybrane właściwości fizyczne, użytkowe oraz strukturę otrzymanych metodą wtryskiwania wyprasek kompozytowych na osnowie polipropylenu. W ramach obszernego eksperymentu badawczego, dążono do wskazania tych rodzajów dodatków, których odpowiedni udział w polimerowej osnowie, zwiększyłby stosowalność polipropylenu jako lekkiego materiału inżynierskiego, na przykład w budowie samochodu. W tym sensie podjęta tematyka wpisuje się w tendencję do poszukiwania oryginalnych materiałów o małej gęstości i oczekiwanych właściwościach fizycznych i użytkowych, do zastępowania nimi dotychczas stosowanych metali i ich stopów.

3. Charakterystyka formalna rozprawy

Recenzowana praca doktorska została napisana łącznie na 181 stronach maszynopisu w formacie A4. Rozprawa składa się z trzech części, w ramach których wyróżniono dziewięć rozdziałów, przy czym wstępu jak i części III nie numerowano. Oprócz streszczeń w języku polskim i angielskim, wykazu oznaczeń oraz bibliografii

(195 pozycji), na końcu pracy zamieszczono spis rysunków (str. 175-179), tabel (str. 180) oraz oświadczenie Autora o samodzielny napisaniu rozprawy (str. 181).

Po obszernym wstępie, w części I rozprawy zatytułowanej *Przegląd literatury*, przedstawiono rodzaje napełniaczy i sposoby modyfikowania właściwości tworzyw polimerowych (rozdział 1), wpływ napełniaczy na właściwości przetwórcze (rozdział 2), zagadnienie palności tworzyw polimerowych (rozdział 3) oraz metody oceny palności wyrobów (rozdział 4). Tytuły rozdziałów 3 i 4 wskazują, że odporność na płomień i zagadnienia odporności cieplnej stanowią jeden z najważniejszych wątków, dotyczących modyfikowania właściwości polipropylenu w części doświadczalnej rozprawy. Uważam, że treści rozdziałów i podrozdziałów w części teoretycznej są zgodne z tytułem i zakresem rozprawy doktorskiej. Dla większej przejrzystości i zredukowania objętości pracy, rozdział 1 można było ograniczyć do przeglądu doniesień naukowych dotyczących modyfikacji tworzyw poliolefinowych. Ponadto uważam, że analiza wpływu dodatków (napełniaczy) na właściwości przetwórcze stopów polimerowych zawarta w rozdziale 2 jest uzasadniona z uwagi na cel i zakres pracy doktorskiej. Niedosyt jednak budzi fakt, że w części doświadczalnej nie analizowano wpływu zastosowanych napełniaczy na skurcz wyprasek na osnowie PP.

Część doświadczalna rozprawy (oznaczona jako II) zawiera cztery rozdziały, przy czym w rozdziale 6 sformułowano tezę, cele i zakres pracy, rozdział 7 to opisy materiałów użytych do badań, a w obszernym rozdziale 8 przedstawiono metodykę badań i zastosowaną aparaturę badawczą. W rozdziale 9 zaprezentowano wyniki badań oraz ich analizę (w oryginale: *Prezentacja wyników i analiza*). W tym kontekście nie rozumiem tytułu części III rozprawy (*Analiza wyników i wnioski*), w którym pojawia się znowu termin analiza.

W części III, którą osobiście traktuję jako podsumowanie rozprawy i wytyczenie dalszych kierunków badań, Kandydat potwierdził postawioną w rozdziale 6 tezę naukową oraz przedstawił liczne wnioski.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

W trakcie lektury pracy mgr. inż. Sylwestra Norwińskiego 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, w których Autor

zaprezentował dobrą analizę w zakresie sposobów modyfikacji tworzyw polimerowych, zwłaszcza w kierunku obniżania palności polimerów. Ponadto, przedstawił oryginalne wyniki badań pełzania, relaksacji i dynamicznej analizy mechanicznej (DMA) kompozytów na osnowie polipropylenu (rozdział 9). Moim zdaniem, jest to najbardziej wartościowy fragment pracy, poparty także analizą strukturalną otrzymanych próbek. Dobrze oceniam włączenie do eksperymentów doświadczalnych, kompleksowo zaplanowanych badań właściwości cieplnych, obejmujących analizę termogravimetryczną TGA, przewodzenie ciepła, wyznaczenie rozkładu temperatury na powierzchni wyprasek za pomocą kamery termowizyjnej oraz ocenę stabilności kompozytów na utlenianie. Biorąc pod uwagę cele rozprawy, Kandydat słusznie zaplanował także oznaczenie palności wytworzonych kompozytów na osnowie PP za pomocą testu UL 94 jak i metodą indeksu tlenowego OI. W ten sposób uzyskano bardzo szerokie spektrum wiedzy w zakresie wpływu rodzaju i kształtu wypełniaczy na właściwości fizyczne i użytkowe kompozytów na osnowie polipropylenowej.

Do realizacji eksperymentu Autor rozprawy wytypował polipropylen Moplen HP 500N, przeznaczony wprawdzie do realizacji procesu wtryskiwania (masowy wskaźnik szybkości płynięcia MFR powyżej $10 \text{ g} \cdot 10 \text{ min}^{-1}$, ale po napełnieniu tej osnowy włóknami szklanymi wartość tego parametru uległa istotnemu obniżeniu, co świadczy o mniejszej podatności tych stopów do płynięcia (tab. 7.1 str. 59). W tym kontekście uważam za niewystarczające, treści zawarte w podrozdziale 7.3, a dotyczące opisu parametrów procesu wtryskiwania, jakie zastosowano do wytworzenia próbek kompozytowych. Literalnie traktując tekst zawarty na stronie 64 (w13↑-22↑) można odnieść wrażenie, że przyjęte przez Doktoranta nastawy procesowe dotyczą pierwotnego, oryginalnego granulatu PP o najlepszym wskaźniku MFR. Z punktu widzenia tytułu rozprawy oraz zrealizowanych badań, dynamika realizacji fazy wtrysku, warunki krzepnięcia stopu w gniazdach formujących, czas docisku i chłodzenia, warunki realizacji fazy uplastyczniania (obroty ślimaka, wartość przeciwcisnienia – inaczej ciśnienia uplastyczniania) czy też profil temperatury w układzie uplastyczniającym, mają istotne wpływ na rozmieszczenia wypełniacza w objętości wypraski i wartość stopnia krystaliczności osnowy PP. Zabrakło także informacji o budowie użytej formie wtryskowej, w tym kluczowych informacji o krotności gniazd formujących, rodzaju układu przepływowego i geometrii przewężki, liczbie punktów wtrysku czy też o rozmieszczeniu i średnicy kanałów chłodząco-

ogrzewających. Traktuję to jako niedopatrzenie Autora, który skupił swoją uwagę na kompleksowej ocenie właściwości uzyskanych wytworów.

Kandydat zrealizował szeroki zakres badań materiałowych na dużej liczbie 10 różnych kompozytów, używając do modyfikacji PP napelniaczy o różnym kształcie (talk, mikrosfery szklane pełne i puste, krótkie włókna szklane, bezhalogenowy środek zmniejszający palność). Warto podkreślić, że kompozycje polimerowe na osnowie polipropylenu wykonał samodzielnie w renomowanej firmie Polimarky S.A. z Rzeszowa, z użyciem przemysłowej linii do granulowania metodą wytłaczania dwuślimakowego, współbieżnego.

Pozytywnie odbieram zrealizowanie tak szeroko zaplanowanych badań materiałowych otrzymanych wyprasek, w zakresie oznaczenia właściwości mechanicznych (statyczna próba rozciągania, pełzanie, relaksacja, DMA), cieplnych (przewodnictwo cieplne, TGA, oznaczenie podatności materiału na utlenianie, rozkład temperatury na powierzchni wypraski), palności (test UL 94, indeks tlenowy OI, przetwórczych (wskaźnik MFR) oraz gęstości. Co ważne, uzyskane wyniki odniesiono do obrazów struktury zarejestrowanych za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej SEM oraz do wyników otrzymanych za pomocą skaningowej kalorymetrii różnicowej DSC. Kandydat wielokrotnie stwierdzał, że chodzi mu o kompleksowe przedstawienie właściwości kompozytów, w ten sposób poszerzając wiedzę inżynierską w zakresie stosowania modyfikowanego PP jako materiału konstrukcyjnego do zastosowań inżynierskich. To zrozumienie przez Doktoranta oczekiwań inżynierów dotyczących stosowania lekkich materiałów w konstrukcjach przemysłowych odbieram bardzo pozytywnie. Włączenie do programu badań prób pełzania i relaksacji, dynamiczną analizę mechaniczną, a także oznaczenie rozkładu temperatury na powierzchni wyprasek kompozytowych, pozostających w formie wtryskowej tuż po fazie rozformowania, stanowią o oryginalności rozprawy doktorskiej, zwłaszcza w sferze opracowania odpowiedniej metodyki realizacji prób. W tym kontekście należy wspomnieć o szerokim spektrum napelniaczy o różnym kształcie i stężeniu, którymi modyfikowano osnowę polipropylenową PP.

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

Biorąc pod uwagę zakres zrealizowanych eksperymentów, dojrzałą dyskusję uzyskanych wyników i próbę powiązania właściwości fizycznych i użytkowych z elementami struktury kompozytów można wykazać, że Kandydat prezentuje **umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w zakresie przedstawianych treści**. Dotyczy to zarówno części teoretycznej jak i doświadczalnej.

Szeroki zakres części eksperymentalnej, zastosowanie tak wielu metod badawczych do oceny dziesięciu różnych kompozytów na osnowie polipropylenowej spowodowało, że Kandydat nie ustrzegł się błędów merytorycznych. W tej części recenzji chciałbym przedstawić najważniejsze z nich:

1. Lektura podsumowania przeglądu literatury sprawia wrażenie, że prezentowana rozprawa, jako pierwsza syntetyzuje i stanowi kompendium wiedzy w zakresie oceny wpływu napełniaczy na właściwości polipropylenu. W przedostatnim akapicie na stronie 55 rozprawy, jej Autor sugeruje, że dopiero jego praca pozwoli na cyt. „*głębsze zrozumienie podstawowych mechanizmów zachodzących w kompozytach polipropylenowych*”. Zachodzi pytanie o jakich mechanizmach myślał Autor formułując to stwierdzenie? Według mojej wiedzy opisy zjawisk zachodzących na granicy faz polimer-napełniacz są akurat bardzo dobrze poznane i udokumentowane w literaturze światowej. Zgadzam się natomiast, że włączenie do zakresu pracy badań długotrwałych pełzania i relaksacji tak dużej liczby kompozytów poszerza znacząco wiedzę naukową, dotyczącą zachowania się tego typu materiałów przy długotrwałym oddziaływaniu stałego obciążenia. Jest to także istotne z punktu widzenia potencjalnych zastosowań inżynierskich.
2. W pracach doświadczalnych ważniejsze od postawionej tezy jest sformułowanie celów i zakresu rozprawy. Pierwsza część tezy jest dla mnie oczywista i nie wymaga udowodnienia (rozdział 6). Ostatnie zdanie tego rozdziału zostało niefortunnie sformułowane z sugestią, że teza już została udowodniona. W części III pojawia się pojęcie *holizmu* w kontekście realizacji tak obszernego programu badań. W moim odczuciu jest to dyskusyjne, biorąc pod uwagę różnorodność napełniaczy przeznaczonych do modyfikacji osnowy polipropylenowej. Można tutaj wymienić inne rodzaje włókien ciętych (np. naturalne i o większej długości LGF i LCF), mączkę drzewną, proszek gumowy, napełniacze naturalne etc. Każdy z nich inaczej wpływa na adhezję na granicy

- faz i na właściwości kompozytu. Co ciekawe, na stronie 159 w ramach kierunków dalszych badań Autor wskazuje kolejny zestaw badań reologicznych, mechanicznych, toksyczności i gęstości dymu, odporności na starzenie. Czy zatem można uznać, że całościowe (holistyczne) przedstawienie właściwości kompozytów PP udało się zrealizować w rozprawie doktorskiej połowicznie?
3. W tabeli 7.1 na stronie 59 zawartość napełniaczy określono jako objętościową. Jest to niezgodne z prawdą, co potwierdziły późniejsze wyniki badań termogravimetrycznych TGA. Ten błąd był powielany na kolejnych stronach rozprawy, czasami stopień napełnienia określano tylko wartością procentową (np. str. 62 w13↓ i w16↓). Oczywiście Kandydat pomylił objętościową zawartość napełniacza z masową.
 4. Opis sposobu przygotowania próbek zawarty w podrozdziale 7.3 nie zawiera kluczowych parametrów procesu wtryskiwania (czas wtrysku, ciśnienie uplastyczniania, profil temperatury w układzie uplastyczniającym), opisu konstrukcji formy wtryskowej, a nawet podstawowych wymiarów gniazd formującego. Jest to niezrozumiałe w kontekście sformułowanych celów i zakresu pracy. Lektura rozdziału 8 pozwala przypuszczać, że chodzi o typowe próbki do badań mechanicznych o grubości 4 mm, których wymiary definiuje norma PN-EN ISO 527. Autor rozprawy ograniczył opis zastosowanych parametrów wtryskiwania do przetwórstwa pierwotnego polipropylenu (str. 64 w14↑). Czy czas docisku był parametrem stałym czy zmiennym? W jaki sposób weryfikowano jego wartość według czasu krzepnięcia przewężki (stwierdzenie ze strony 64 pracy) ? Nie podano także szczegółowych parametrów procesu wytłaczania z granulowaniem dla poszczególnych kompozycji, określenie „bliżej” „dalej głowicy wytłaczarskiej” (str. 63 w3↑ jest wytłaczarskiej) w kontekście dozowania napełniaczy jest nieprecyzyjne.
 5. Oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie w statycznej próbie rozciągania prowadzono przy zmiennej prędkości trawersy uważam za słuszne, ale treść podsumowania tej sekwencji badań (w4↓ str. 85) jest ogólnikowa i znana, charakterystyczna dla materiałów lepkosprężystych.
 6. Przystawione na wykresach przebiegi zmian krzywych pomiarowych mają opisy legendy zapisane zbyt małą czcionką, trzeba dużego wysiłku, aby przypisać barwę wykresu odpowiedniej zmiennej (np. rys. 9.1; 9.2; itp.). Tabele zbiorcze różnych wyników badań zawierają wartości średnie (mam nadzieję) i niestety

pominięto w nich wartości odchylenia standardowego. W tym kontekście proszę o wskazanie jaką licznosc próbek stosowano w poszczególnych badaniach i z czego ta liczba powtórzeń wynikała?

7. Dobrze, że w ramach badań strukturalnych analizowano przełomy próbek kompozytowych zarejestrowane metodą SEM. Uważam, że ocena adhezji i rozmieszczenia składników napełniaczy w objętości wypraski na próbkach wcześniej zdeformowanych w próbie rozciągania jest obarczone pewnym błędem. Przełomy można było uzyskać w inny sposób, zresztą Kandydat wspomina na stronie 73, że w przypadku dwóch próbek zastosowano ich wymrażanie w ciekłym azocie, a przełom uzyskano przez kruche złamanie (str. 73).
8. Proszę o wyjaśnienie, czy przedstawione w rozprawie obrazy SEM są reprezentatywne dla obserwacji przełomów próbek np. w zakresie rozmieszczenia napełniaczy i ich oddziaływania z osnową polimerową? Czy zaprezentowane na rysunkach 9.35 i 9.36 obrazy dla kompozytów PPGF30 odzwierciedlają ułożenie włókien w części rdzeniowej, pośredniej czy w warstwie naskórka wypraski? Na jakiej podstawie przyjął Pan twierdzenie, że pomiędzy napełniaczem włóknistym a osnową PP jest dobra (silna) adhezja?
9. Użycie kamery termowizyjnej uważam za bardzo zasadne w zakresie opisu zjawisk cieplnych towarzyszącym krzepnięciu wyprasek kompozytowych w firmie wtryskowej. Wykresy zawarte na rys. od 9.47 do 9.52 nie zawierają niestety odchylenia standardowego od wartości średniej, a więc określanie istotności wpływu ciśnienia docisku na wartości temperatury dla różnych kompozytów PP jest subiektywne i może prowadzić do błędnych wniosków.
10. Na podstawie jakich przesłanek przyjęto wartość naprężenia rozciągającego w próbie pełzania na poziomie 70% wartości R_m ? Czy podczas prób pełzania, wartość stałego naprężenia rozciągającego, z jakim oddziaływano na próbkę korygowano ze względu na zmianę przekroju próbek?
11. W metodzie DMA steruje się wartością przyłożonej do próbki siły lub jej odkształceniem względnym. Nie podano wartości żadnego z tych parametrów, a także szybkości zmian wartości temperatury w komorze urządzenia podczas realizacji badania. Również w przypadku badania DSC nie podano szybkości zmian temperatury, rodzaju i natężenia przepływu gazu osłonowego. Autor nie podaje liczby powtórzeń dla poszczególnych prób badawczych, w konsekwencji

jedynie możemy domyślać się, że prezentowane wartości to średnie z kilku pomiarów.

12. Nie znajduję w wynikach DSC oznaczenia stopnia krystaliczności PP. Wydaje się, że wnioskowanie na temat zmian właściwości mechanicznych można było wzbogacić o ten wątek, tym bardziej, że wraz ze wzrostem fazy krystalicznej w polimerze, zwiększa się zarówno wartość modułu E jak i R_m , a maleje wydłużenie względne (faza krystaliczna redukuje elastyczność).
13. W części III Autor rozprawy sformułował szereg słusznych wniosków, ale część z nich nie ma umocowania w zakresie zrealizowanych badań (np. str. 150 w9↑). W ramach podsumowania można było przedstawić schematycznie graficzną interpretację otrzymanych rezultatów, co ułatwiłoby ich uytylitarne wykorzystanie. Wiele z przywołanych w tej części wniosków było formułowanych w trakcie omawiania poszczególnych wyników badań. Moim zdaniem, część z nich jest oczywista i znana z doniesień literaturowych od wielu lat i w tym zakresie nie wymagała realizacji badań eksperymentalnych. W moim odczuciu w podsumowaniu niewystarczająco podkreślono dokonania naukowe i walory pracy.

Podczas lektury rozprawy zauważono błędy merytoryczne o mniejszym znaczeniu oraz nieścisłości redakcyjne:

- 1) str. 13 – łączny udział tworzyw poliolefinowych w światowej produkcji tworzyw polimerowych oscyluje wokół 50% mas. (jest – 80%),
- 2) str. 14 w4↓, str. 95 w1↓, str. 112 w5↓, str. 150 etc. – pojęcie matryca w obszarze inżynierii mechanicznej oznacza element w budowie formy wtryskowej lub narzędzia stosowanego w obróbce plastycznej. W zakresie wytwarzania kompozytów powinno stosować się pojęcie osnowa,
- 3) str. 32 w9↑; w4↓; str. 59 w2↓ i następne – częstą praktyką Kandydata jest wcześniejsze zamieszczenie rysunków lub tabel niż przywołanie ich w tekście, a czasami nawet i bez odniesienia w tekście (np. str. 38 rys. 1.11; str. 105 rys. 9.19 i 9.20; str. 106 rys. 9.21 i 9.22; str. 110 rys. 9.27...),
- 4) wielokrotne powtórzenie tego samego słowa w sąsiadujących fragmentach tekstu np. słowo *zdolność* strona 59, *powszechność* str. 61,
- 4) str. 59 w9↑ – błędnie użyto określenia wtrysk dla opisanego procesu wtryskiwania, wtrysk to bardzo ważna ale tylko jedna z faz tego procesu,

- 5) str. 60 w14↑ - Autor wyraził opinię, że kulki szklane znacznie poprawiają płynięcie stopu polimerowego, a następnie na tej samej stronie w wierszu 18↑ zmienił nieco to przekonanie do stwierdzenia, że kulki szklane nie zwiększają lepkości stopu,
- 6) str. 62 w5↑ - styl zdania wymaga poprawy,
- 7) str. 63 w4↑ - lepiej wytłoczyna, filament jest ściśle określonym produktem procesu wytłaczania o zdefiniowanej średnicy, kompowania (jest *kompowania*),
- 8) str. 66 w10↑ - raczej zależności naprężenie [MPa] – wydłużenie względne [%],
- 9) str. 67 w6-10↑ - w polimerach mamy zbiór makrocząsteczek, to one się wzajemnie przemieszczają, praca nie omawia zagadnienia pełzania w materiałach metalowych, styl zdania dotyczący stopnia krystaliczności do poprawy (w10↑),
- 10) str. 69 w5↓ oraz str. 70 w15↓- wydaje się, że maszyna wytrzymałościowa do badań pełzania nie została wyprodukowana przez firmę Krauss Maffei ani przez Krauss Maffei,
- 11) str. 73 - tytuł podrozdziału 8.2.2 – według mnie poprawniejszym określeniem metody DSC jest różnicowa kalorymetria skaningowa,
- 12) Autor stosuje zupełnie niepotrzebnie przymiotniki, które mają wzmocnić przekaz np. *nieocenione informacje* (str. 75), *unikalne właściwości polipropylenu* (str. 59), *dane są nieocenione* (str. 96), *jest niezwykle kompleksowa* (str. 96), *adhezja jest silna* (str. 114),
- 13) początkowe treści podrozdziału 9.1.1 zamieszczone na stronie 84 powinny znaleźć się w części metodycznej,
- 14) str. 92 – wyższe prędkości trawersy w próbie statycznego rozciągania nie mogą skracać zakresu plastycznego materiału,
- 15) str. 95 – na rys. 9.10 nie przypisano krzywych konkretnym rodzajom kompozytu – mogą się tylko domyślać,
- 16) str. 96 w9↓ – jak Pan rozumie optymalne interakcje pomiędzy napelniaczem a osnową (określenie silna adhezja), czy Pan poziom wzajemnego oddziaływania napelniacz-osnowa badał bezpośrednio, czy wnioskuje Pan na podstawie przesłanek pośrednich?
- 17) str. 97 w3↑ oraz str. 100 w2↑ - w pracy nie znajduję wyników dotyczących stabilności wymiarowej wyprasek,
- 18) str. 101 w5↓ - krzywa nie może być gładka,
- 19) str. 110 w12↑ - to zdanie powinno znaleźć się w części metodycznej,

- 20) str. 121 w8↓ - temperatura jest wielkością fizyczną (liczba pojedyncza), zmieniają się tylko jej wartości,
- 21) str. 159 w13↑ - styl zdania wymaga poprawy,
- 22) W pracy nie numerowano wzorów matematycznych,
- 23) str. 150 w2↑ - analizuje się wyniki badań (jest – *analizując przeprowadzone w rozprawie doktorskiej badania*),
- 24) str. 150 w5↑ - rozmieszczone w osnowie (jest - *na osnowie*),
- 25) str. 150 w7↑ - w10↑ - wniosek oczywisty, nie wymagał realizacji badań własnych,
- 26) str. 150 w18↑ - w22↑ - wniosek opisowy, nie wymagał realizacji badań własnych,
27. str. 153 – zaobserwowany efekt poprawy właściwości wytrzymałościowych w kompozytach z włóknami szklanymi i osłabienia po dodaniu włókien szklanych jest znany z wcześniejszych, obcych doniesień literaturowych,
- 28) Wykaz ważniejszych skrótów powinien być przygotowany alfabetycznie. PEI to polietylenoimina (jest - *polietylenenina*), a MFR to masowy wskaźnik szybkości płynięcia (jest - *masowy współczynnik szybkości płynięcia*),
- 29) str. 60-62 - nie podano charakterystyki geometrycznej talku oraz nazw producentów napełniaczy użytych w badaniach.

Mgr inż. Sylwester Norwiński jest współautorem 2 prac naukowych, indeksowanych w bazach WoS oraz Scopus (stan na 25.10.2024 r.), obie zostały opublikowane w czasopiśmie z listy ministerialnej (70 oraz 100 pkt. MEiN).

5. Podsumowanie

W moim przekonaniu, Kandydat prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie **budowa i eksploatacja maszyn**. Rozprawa doktorska mgr. inż. Sylwestra Norwińskiego pt.: „*Wpływ rodzaju i kształtu napełniacza na wybrane właściwości fizyczne, użytkowe oraz strukturę kompozytów na osnowie polipropylenu*” ma charakter doświadczalny, w swoim spektrum obejmuje w dużej części naukowe zagadnienia: projektowania składów materiałów, wytwarzania kompozytów polimerowych metodą wtryskiwania oraz badania ich właściwości fizycznych i użytkowych. Do zrealizowania postawionych celów Autor musiał wykazać się znajomością wybranych zagadnień przetwórstwa tworzyw polimerowych, licznych metod badań materiałów dotyczących oznaczania ich

właściwości mechanicznych, cieplnych i strukturalnych. Stwierdzam także, że Autor pozytywnie zweryfikował postawione cele i tezę, a przedmiotem rozprawy doktorskiej **jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**. Zaprezentowane wyniki mają znaczenie nie tylko poznawcze, ale także użyteczne, istotne z punktu widzenia praktyki przemysłowej w zakresie projektowania właściwości kompozytów na podstawie polimerowej zgodnie z oczekiwaniami odbiorców. Bardzo obszerny program zrealizowanych badań oraz dyskusja otrzymanych wyników, wskazują na bardzo dobre opanowanie przez Kandydata umiejętności **samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**.

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione wyżej kryteria stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Sylwestra Norwińskiego pt.: *„Wpływ rodzaju i kształtu wypełniacza na wybrane właściwości fizyczne, użytkowe oraz strukturę kompozytów na podstawie polipropylenu”*, **spełnia** wymagania ustawy o stopniach i tytule naukowym (Art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z dnia 21.06.2016 r., poz. 882).

Na tej podstawie stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Częstochowskiej o **dopuszczenie** mgr. inż. Sylwestra Norwińskiego do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Bydgoszcz, 26.10.2024 r.