

Dr hab. inż. Marek Szostak, prof. PP  
Wydział Inżynierii Mechanicznej  
Instytut Technologii Materiałów  
Zakład Tworzyw Sztucznych  
Politechniki Poznańskiej  
Ul. Piotrowo 3  
60-965 Poznań

Poznań, 16 marca 2023r.

### ***Recenzja***

**rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza MAJEWSKIEGO**  
pt. „*Badanie procesu wytłaczania oraz wybranych wybranych właściwości*  
*biokompozytowych folii polietylen/skrobia termoplastyczna*”  
przygotowanej w Katedrze Technologii i Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych  
Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej  
wykonanej pod kierunkiem  
**Promotora Pana dr hab. inż. Emila Sasimowskiego, prof. PL**

Podstawą do wykonania recenzji było pismo Pana Z-cy Przewodniczącego Rady Dyscypliny  
Inżynieria Mechaniczna ds. stopni naukowych Politechniki Lubelskiej  
dr hab. inż. Jarosława Bieniaś z dnia 10.01.2023 r.

### **Podstawowe informacje o mgr inż. Łukaszu Majewskim**

Pan mgr inż. Łukasz Majewski stopień inżyniera uzyskał w dniu 4.02.2014 r. na międzyuczelnianym kierunku Inżynieria Biomedyczna prowadzonym wspólnie na Politechnice Lubelskiej oraz Uniwersytecie Medycznym w Lublinie, praca inżynierska pt.: „Analiza rozwiązań stentów stosowanych w chirurgii naczyń krwionośnych, a stopień magistra 08.09.2015 r. na kierunku Inżynieria Materiałowa prowadzonym na Politechnice Lubelskiej (praca magisterska pt.: „Badanie wybranych właściwości stopów NiTi z pamięcią kształtu”).

Wcześniej nie ubiegał się o tytuł doktora.

## **Przebieg pracy naukowo-zawodowej**

**01.09.2015 – obecnie** Praca na stanowisku asystenta na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej w Katedrze Technologii i Przetwórstwa Tworzyw Polimerowych;

**01.10.2016 – 23.06.2019** Ukończenie studiów doktoranckich, dyscyplina: budowa i eksploatacja maszyn; w przygotowywana rozprawa doktorska pt. „Badania procesu wytłaczania oraz wybranych właściwości biokompozytowych folii polietylen/skrobia termoplastyczna”;

**23.02.2015 – 21.06.2015** Staż zawodowy w Katedrze Procesów Polimerowych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej, stanowisko – asystent;

**14.07.2014 – 14.08.2014** Staż zawodowy w firmie B. Braun Aesculap Chifa sp. z o.o. (Nowy Tomyśl, Polska) w wydziale Chirurgii Ogólnej i Protetyki, stanowisko – inżynier procesu.

## **Dorobek naukowy**

Prowadzone przez Pana Łukasza Majewskiego badania zaowocowały przygotowaniem 27 artykułów, których był współautorem (jest pierwszym autorem czterech z nich, a drugim w kolejnych dwudziestu), dwudziestu dziewięciu rozdziałów w monografiach (jednego z nich jest pierwszym autorem), 11 patentów, 3 zgłoszeń patentowych oraz 1 prawa ochronnego na znak towarowy. Brał udział w realizacji dwóch projektów międzynarodowych i jednym krajowym oraz kierował (10) lub był współwykonawcą (7) grantów wewnętrznych Politechniki Lubelskiej w ramach programu RID – Regionalna Inicjatywa Doskonałości finansowanego ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Wyniki prowadzonych prac naukowych przedstawił na 12-tu konferencjach i targach wynalazców. Odbył 9 staży zagranicznych i uzyskał 12 nagród indywidualnych i zespołowych, w tym 4 nagrody Rektora Politechniki Lubelskiej (1 indywidualna), 6 medali na Targach Wynalazców oraz Odznakę Honorową „Za zasługi dla Wynalazczości”, przyznaną przez Prezesa Rady Ministrów, legitymacja nr 4649-10-2020. Według bazy **Web of Science** - 13 publikacji Doktoranta cytowanych było 53 razy a Index Hirscha wynosi 4, natomiast wg bazy **Scopus**: 13 publikacji cytowanych było 77 razy a indeks Hirscha wynosi 6 (dane na dzień 15.03.2023). Dorobek publikacyjny Pana Łukasza Majewskiego przedstawiony w załączniku do doktoratu (Baza publikacji pracowników PL – raport z dnia 08.12.2022) to 27 publikacji, 29 rozdziałów w książkach i 27 projektów wynalazczych, który dał łącznie 2005 punktów MEiN i należy ocenić go jako bardzo dobry.

## **Informacje o ocenianej rozprawie doktorskiej**

Tytuł rozprawy mgr inż. Łukasza Majewskiego *„Badanie procesu wytłaczania oraz wybranych wybranych właściwości biokompozytowych folii polietylen/skrobia termoplastyczna”*

Promotorem rozprawy jest **dr hab. inż. Emil Sasimowski, prof. PL**

## **Ocena układu rozprawy doktorskiej**

Praca o objętości 285 stron zawiera, spis treści, wykaz symboli i oznaczeń, przegląd aktualnego stanu wiedzy oraz trzy główne części: program, metodyka i technika badań, badania doświadczalne oraz podsumowanie i wnioski końcowe. Kolejne części pracy to: bibliografia, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz załącznik z matrycą Hartley'a z wartościami czynników wejściowych nastawianych w poszczególnych doświadczeniach.

W rozdziale nr 1 „Aktualny stan literatury” Doktorant przedstawił wprowadzenie, w którym uzasadnia podjęcie tematu badań procesu wytłaczania swobodnego oraz wybranych właściwości biokompozytowych folii polietylen/skrobia termoplastyczna.

Następnie w kolejnych czterech podrozdziałach 1.2-1.5 Autor rozprawy przedstawił część teoretyczną pracy. Omówił technologię wytłaczania z rozdmuchiwaniami swobodnym folii, problematykę stabilności procesu wytłaczania oraz opisał kompozycje polietylen/skrobia termoplastyczna do wytłaczania z rozdmuchiwaniami folii. Rozdział pierwszy zamykają wnioski i ustalenia podsumowujące przeprowadzoną analizę aktualnego stanu wiedzy z zakresu tematyki rozprawy.

W kolejnym rozdziale Doktorant przedstawił program, metodykę i technikę badań. Autor zawarł w nim cel i tezy badawcze rozprawy, plan i metodykę badań, opis materiałów, aparatury i zastosowanej linii technologicznej wytłaczania z rozdmuchiwaniami swobodnym oraz planowane do badania w ramach pracy właściwości folii.

Prace doświadczalne Doktorant przedstawił w rozdziale nr 3, w którym opisał wykonane badania właściwości kompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna, proces wytłaczania z rozdmuchiwaniami swobodnym oraz badania właściwości wytworzonych folii. Po części doświadczalnej Autor przedstawił podsumowanie i wnioski końcowe (rozdział 4) oraz wykorzystaną do przygotowania pracy literaturę.

Praca ma więc typowy dla prac doktorskich układ obejmujący: opis zagadnień dotyczących przedmiotu badań, przedstawienie celu i zakresu pracy, część dotyczącą

materiałów i metod badawczych, przedstawienie wyników badań i ich dyskusję, podsumowanie i wnioski końcowe oraz bibliografię.

Praca napisana jest poprawnym językiem, zredagowana jest bardzo starannie i zawiera nieliczne błędy redakcyjne i literowe. Redakcja pracy jest przejrzysta a podział na rozdziały logiczny. Treści o charakterze formalnym są sformułowane w sposób ścisły a ponadto dla ich lepszego zilustrowania zamieszczono właściwie dobrane rysunki (73) i tabele (46).

### **Ocena zastosowanego piśmiennictwa**

Autor rozprawy w bibliografii zawarł 389 pozycji dotyczących technologii wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym, właściwości kompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna oraz badań właściwości folii. Zdecydowana większość pozycji literatury to odnośniki w języku angielskim.

Zacytowane przez Doktoranta pozycje literatury zostały dobrane we właściwy sposób zarówno w analizie literatury, jak i w opisie metodyki badań oraz analizie wyników.

### **Ocena celu rozprawy**

Głównym celem rozprawy było określenie wpływu modyfikacji polietylenu małej gęstości skrobią termoplastyczną w zakresie 0-50% na właściwości biokompozycji, jak również na charakterystykę procesu jej wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym i właściwości otrzymanych folii rękawowych. Przeprowadzone badania pozwoliły ponadto na zidentyfikowanie problemów technologicznych występujących podczas wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym biokompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna, jak również zdefiniowanie zależności pomiędzy warunkami procesu jej wytłaczania a właściwościami otrzymywanej folii.

Przedstawione w pracy wyniki badań folii rozdmuchowych wykonanych z kompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna oraz opisane zależności pomiędzy składem kompozycji a parametrami charakteryzującymi proces wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym i właściwościami folii należy uznać za ważne z praktycznego punktu widzenia, gdyż mogą być podstawą do projektowania procesów przetwórstwa tego typu kompozytów. Równie istotny jest opis problemów technologicznych mogących pojawiać się przy przetwórstwie tego rodzaju biokompozytów.

Przedmiotem badań były biokompozyty polietylen LDPE/skrobia termoplastyczna o składzie procentowym w zakresie od 0% do 50% skrobi termoplastycznej, wytworzone w technologii wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym.

Dynamiczny rozwój zastosowań biokompozytów w różnych gałęziach przemysłu sprawia, że opracowywanie ich nowych rodzajów, w tym dedykowanych do technologii wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym posiada niezaprzeczalne cechy innowacyjności. Oceniana rozprawa poświęcona jest więc aktualnej, ważnej i ciekawej tematyce badawczej.

Cele i tezy pracy uważam za właściwie sformułowane i uwzględniające aktualne trendy badawcze.

### **Ocena zastosowanych metod badawczych**

Do realizacji celu badań Autor rozprawy zastosował w badaniach stosowanych materiałów: analizę FTiR, badanie gęstości normalnej, oznaczenie masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR), wyznaczenie zależności p-v-T, pomiar temperatury topnienia, zeszklenia i krystalizacji (w badaniach DSC) badanych materiałów i zawartości wilgoci. Dla oznaczenia właściwości otrzymanych folii biokompozytowych Doktorant zastosował natomiast: analizę FTiR, badania cech geometrycznych, barwy i połysku (badania spektrofotometryczne), wytrzymałości na rozciąganie i przebicie, parametru chropowatości powierzchni oraz temperatur przemian fazowych (badania DSC). Ponadto w ramach badań procesu wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym Autor wykonał pomiary wybranych wielkości charakteryzujących ten proces, a mianowicie: jednostkowego zużycia energii, temperatury wytłaczanego tworzywa, ciśnienia wewnątrz rozdmuchiwanego rękawa foliowego, natężenia przepływu powietrza chłodzącego, masowego natężenia przepływu tworzywa oraz wysokości linii krzepnięcia tworzywa.

Powyższe metody badawcze zostały dobrane właściwie, a ich metodyka została opisana poprawnie. Wyniki przeprowadzonych analiz również zostały we właściwy sposób wyznaczone i zinterpretowane.

### **Ocena merytoryczna pracy**

Oceniając merytoryczną stronę rozprawy należy stwierdzić, że jej tytuł „*Badanie procesu wytłaczania oraz wybranych właściwości biokompozytowych folii polietylen/skrobia termoplastyczna*” adekwatnie oddaje istotę zagadnień, którymi w pracy zajmował się Doktorant. We wstępie rozprawy Autor jasno scharakteryzował istotę pracy.

Opisał technologię wytłaczania z rozdmuchiwaniem swobodnym folii, problematykę stabilności procesu wytłaczania oraz kompozycje polietylen/skrobia termoplastyczna do wytłaczania z rozdmuchiwaniem folii. Rozdział ten, co ważne, zamykają wnioski i ustalenia podsumowujące przeprowadzoną analizę aktualnego stanu wiedzy z zakresu tematyki pracy. Część teoretyczna napisana została w sposób zwięzły i poprawnym językiem.

Celem pracy było określenie wpływu modyfikacji polietylenu małej gęstości skrobią termoplastyczną, w zakresie od 0 do 50%, na właściwości biokompozycji, jak również zdefiniowanie zależności pomiędzy warunkami procesu jej wytłaczania a właściwościami otrzymywanej folii. Aby zrealizować ten cel Autor rozprawy wykonał bardzo obszerny zakres prac badawczych.

Doktorant w wyniku realizacji badań wykazał, że modyfikacja polietylenu małej gęstości skrobią termoplastyczną ma istotny wpływ na przebieg i efektywność procesu wytłaczania z rozdmuchiwaniem swobodnym. Wpływa to na konieczność indywidualnego doboru parametrów wytłaczania celem uzyskania stabilności oraz ciągłości procesu. Pokazał również, że poprzez dobór parametrów technologicznych procesu wytłaczania z rozdmuchiwaniem swobodnym można kształtować cechy geometryczne oraz wybrane właściwości folii z biokompozytów polietylen niskiej gęstości/skrobia termoplastyczna. Warty podkreślenia osiągnięciem Autora jest wyznaczenie analitycznych zależności opisujących wpływ parametrów technologicznych oraz zawartości składników biokompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna na przebieg procesu wytłaczania oraz właściwości wytwarzanej z niej folii.

Innymi ważniejszymi rezultatami prac badawczych uzyskanymi przez doktoranta podczas realizacji doktoratu, są:

- wykazanie, że skrobia termoplastyczna pełni funkcję plastyfikatora polietylenu, pomimo tego, że sama charakteryzuje się gorszą przetwarzalnością.
- stwierdzenie występowania znacznie mniejszych zmian objętości właściwej kompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna podczas chłodzenia wraz ze wzrostem zawartości skrobi, co ma znaczący wpływ na właściwości otrzymywanych folii.
- wykazanie, że obecność skrobi termoplastycznej powoduje nagrzewanie autotermiczne przetwarzanej kompozycji w układzie uplastyczniającym wytłaczarki, a intensywność tego efektu rośnie wraz z jej zawartością. Wywołuje to wzrost temperatury wytłoczyny oraz podniesienie linii krzepnięcia tworzywa co w konsekwencji zwiększa wymaganą efektywność chłodzenia i zmniejsza jednostkowe zużycie energii.

- wskazanie głównych czynników predysponujących rękaw foliowy do utraty stabilności, którymi wedle Autora są: duża zawartość skrobi termoplastycznej, mały stopień rozdmuchiwania, mała prędkość obrotowa walców odbierających oraz wysoka temperatura głowicy.
- określenie właściwości otrzymanych folii biokompozytowych, to jest: ich struktury chemicznej i cech geometrycznych folii, jej barwy i połysku, właściwości cieplnych, chropowatości zewnętrznej powierzchni folii oraz wyznaczenie charakterystyki mechanicznej.
- wykazanie, że pomimo występującego efektu nagrzewania autotermicznego w procesie przetwórstwa nie występują zmiany w strukturze chemicznej wytłaczanej kompozycji.
- stwierdzenie, znaczącego wpływu zawartości skrobi na grubość folii oraz topografię jej powierzchni oraz obniżenie wartości naprężeń na granicy plastyczności i wytrzymałości na rozciąganie.
- pokazanie, że zawartość skrobi termoplastycznej prawila wydłużenie przy zerwaniu w kierunku wzdłużnym, co dowodzi dobrej kompatybilizacji składników przetwarzanej kompozycji polimerowej.
- wykazanie, że interakcja zawartości skrobi termoplastycznej i prędkości obrotowej walców odbierających wpływa na mechanizm deformacji podczas rozciągania oraz mechanizm przebiccia folii.
- pokazanie możliwości wytwarzania folii o 50% zawartości skrobi termoplastycznej, która nie będzie miała istotnego wpływu na barwę tła.

Analiza wyników przeprowadzonych badań doświadczalnych pozwoliła Autorowi na sformułowanie wniosków o charakterze ogólnym uwzględniających zależności oraz interakcje pomiędzy badanymi wielkościami. Łącznie we wnioskach końcowych z pracy Doktorant przedstawił 10 wniosków poznawczych i 15 użytkarnych.

Uzyskane wyniki badań zostały starannie opisane, przeanalizowane i podsumowane. Podkreślić należy fakt, że praca zawiera bardzo obszerny materiał badawczy a uzyskane wyniki przedstawione przez Autora mogą stanowić szeroką bazę danych o właściwościach przetwórczych i użytkowych otrzymanych biokompozytów polietylen/skrobia termoplastyczna oraz folii rękawowych z nich uzyskanych w procesie wytłaczania z rozdmuchiwaniem swobodnym. Otrzymane wyniki mają więc dużą wartość poznawczą i użytkową dla projektowania materiałów biokompozytowych, jak i folii rozdmuchowych, na bazie skrobi

termoplastycznej. Praca napisana jest na odpowiednim poziomie naukowym i świadczy o dobrym przygotowaniu doktoranta do prowadzenia samodzielnych badań naukowych

### **Ocena omówienia wyników badań**

Wyniki badań Doktorant przedstawił i omówił we właściwy sposób. Analiza wyników jest dogłębna i odpowiednio poparta wynikami badań przedstawionych w odnośnikach literaturowych pracy.

### **Ocena możliwości praktycznego zastosowania wyników badań**

W ramach rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasz Majewski poszerzył w znaczący sposób wiedzę na temat wytłaczania folii rękawowej z kompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna. Wyznaczone zależności matematyczne oraz wskaźniki mogą być bardzo przydatne do praktycznych działań związanych z projektowaniem i oceną procesu wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym folii kompozytowych. Wyniki te stanowią bazę danych, która ułatwi wykorzystanie tych materiałów w praktyce przemysłowej. Są one również bardzo istotne z punktu widzenia dalszego doskonalenia procesu technologicznego wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym kompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna.

Opiniowana rozprawa doktorska ma również korzystny wpływ na popularyzację praktycznego zastosowania kompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna.

### **Ocena oryginalności rozwiązania problemu naukowego**

Problem naukowy postawiony w pracy przez Doktoranta - określenie wpływu modyfikacji polietylenu małej gęstości skrobią termoplastyczną w zakresie 0-50% na właściwości biokompozycji, jak również na charakterystykę procesu jej wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym i właściwości otrzymanych folii rękawowych - wymagał oryginalnego podejścia do jego rozwiązania poprzez konieczność równoczesnego analizowania wpływu modyfikacji przetwarzanego materiału (biokompozycja polietylen/skrobia termoplastyczna), jak i parametrów jego przetwórstwa. Tak więc nie tylko poprzez modyfikację samego polietylenu małej gęstości skrobią termoplastyczną ale również poprzez dobór parametrów procesu wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym można kształtować cechy geometryczne oraz wybrane właściwości folii z analizowanej biokompozycji.



W związku z faktem, że w literaturze światowej brak jest pozycji kompleksowo opisujących zagadnienia przetwórcze związane z wytłaczaniem folii z kompozycji polietylen/skrobia termoplastyczna, podjęta w rozprawie problematykę należy uznać za aktualną i o istotnym znaczeniu.

Ponadto biokompozyty z udziałem skrobi termoplastycznej do przetwarzania technologiami wytłaczania to na dzień dzisiejszy innowacyjne materiały.

## **Uwagi krytyczne i redakcyjne**

### *Uwagi krytyczne*

- Najpoważniejszy zarzut do ocenianej rozprawy doktorskiej to jej zbyt duża objętość. W pierwszej kolejności należałoby przedstawić w pracy tylko raz metodykę obliczeń i weryfikacji istotności współczynników regresji modeli matematycznych dla badanych czynników wejściowych a obliczenia dla pozostałych czynników i związane z nimi tabele umieścić w załączniku na końcu rozprawy. W ten sposób ograniczyłoby się istotnie objętość rozprawy, nawet o około 50 stron i zdecydowanie poprawiłoby to czytanie i odbiór jej treści.
- Pewnym niedociągnięciem jest również brak zestawienia materiałów zawartych w skrobi termoplastycznej w jej opisie znajdującym się w rozdziale dotyczącym badanych materiałów (rozdział 2.2.2.1). Analizując badania DSC i FTiR można oczywiście odtworzyć występujące w stosowanej w badaniach skrobi materiały, którymi są: skrobia – składnik podstawowy, polimery - PLA, LDPE, EVOH, plastyfikator - sorbitol i kompatybilizator - bezwodnik maleinowy. Doktorant wymienia ich obecność w różnych układach w analizie wyników badań (DSC, FTiR,  $p-v-T$ ) ale takie łączne przedstawienie składników nie pojawia się w pracy. Tę informację należałoby umieścić w rozdziale 2.2.2.1.
- Dla pogłębienia analizy wyników badań Autor mógłby przedstawić także badania strukturalne SEM zarówno granulatów, jak i wytworzonych z nich folii, zwłaszcza kompozytów polietylen/skrobia termoplastyczna dla obu wykonanych kompozycji 75%/25% i 50%/50%, które pozwoliłyby z kolei na pokazanie rozmieszczenia skrobi w matrycy polietylenowej. Zdjęcia SEM granulatów przy powiększeniach 500x i 1000x oraz przekrojów poprzecznych wykonanych z nich folii przy powiększeniach w zakresie od 2000x do 5000x powinny pozwolić na określenie wielkości cząsteczek skrobi, ich kształtu oraz rozmieszczenia w polietylenie. Potwierdziłyby one

dotatkowo fakt występowania w wytworzonych foliach aglomeratów skrobi termoplastycznej, co stwierdzono w rozprawie na podstawie badań chropowatości powierzchni.

#### *Uwagi redakcyjne*

- Jakość i wielkość rysunku 38 (str. 149) przedstawiającego wygląd rękawów foliowych jest zbyt mała i nie pozwalająca na porównanie różnic pomiędzy poszczególnymi próbkami. Należałoby rozdzielić poszczególne zdjęcia i zdecydowanie je powiększyć.
- Również czytelność rysunku 68 (str. 234) pokazującego porównanie mechanizmów przebiccia folii jest zbyt mała i nie pozwalająca na ocenę przeprowadzonej przez Autora analizy.
- W pracy pojawiają się nieliczne błędy literowe, stylistyczne i redakcyjne.

Strona 12 – ostatni akapit jest taki sam, jak pierwszy akapit na stronie 14-tej.

Str. 44 Jest: .....oddziaływania ścinania na przetwarzane tworzywo, powinno być: .....*oddziaływania sił ścinających na przetwarzane tworzywo.*

Str. 95 Jest: ... ale tym razem na próbkami były ..., powinno być: ... *ale tym razem próbkami były.*

Str. 125 Jest: Zależność pomiędzy stopniem rozdmuchiwania i efektywnością chłodzenia została bliżej przedstawiona w dalszym rozdziale. Powinno być: *Zależność pomiędzy stopniem rozdmuchiwania i efektywnością chłodzenia została bliżej przedstawiona w rozdziale 3.2.6.*

Str. 151 Jest: ..... gotowej folii , powinno być: ... *wytworzonej folii.*

Str. 170 Jest: ..... część powietrza rozdmuchującego przemieszcza się górę, powinno być: ...*część powietrza przemieszcza się w górę.*

Str. 253 Jest: ..... można zauważyć, powinno być: .... *można stwierdzić.*

Str. 253 Jest: .....można stwierdzić, powinno być: ..... *należy stwierdzić.*

Wymienione powyżej drobne uwagi krytyczne i redakcyjne, nie zmieniają jednak faktu, że oceniana praca z nadmiarem spełnia wszystkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Proces konstituowania i opracowywania parametrów przetwórstwa nowych materiałów kompozytowych dotyczy bardzo wielu obszarów badań, stąd bardzo wysoko oceniam osiągnięcia niniejszej pracy doktorskiej, zrealizowanej na wysokim poziomie poznawczo-utilitytarnym w zakresie dyscypliny naukowej – Inżynieria Mechaniczna.

## **Pytania dotyczące rozprawy**

- Proszę o wyjaśnienie, co było podstawą decyzji o wyborze skrobi termoplastycznej jako modyfikatora LDPE?
- Prosiłbym o przeanalizowanie, jaki może być wpływ większej ilości stref grzewczych w układzie uplastyczniania wylączarki (zazwyczaj spotykany w przemyśle) na przebieg procesu wytłaczania kompozytu polietylen/skrobia termoplastyczna?
- Czy może Pan wskazać najważniejsze zastosowania analizowanych w pracy folii kompozytowych – LDPE/skrobia termoplastyczna?
- Jaką widzi Pan możliwość recyklingu wytwarzanych folii kompozytowych? Czy konieczne będzie wydzielenie oddzielnego strumienia materiałowego dla ich recyklingu czy też mogą być one poddawane recyklingowi w jednym strumieniu, razem z innymi foliami polietylenowymi?
- Czy wyznaczone przez Pana zależności matematyczne oraz wskaźniki mogą być również przydatne do projektowania procesu wytłaczania z rozdmuchiwaniem swobodnym recyklatów folii LDPE/skrobia termoplastyczna lub mieszanin powyższych recyklatów z oryginalnym polietylenem?
- Które z uzyskanych przez Pana wyników badań uważa Pan za najistotniejsze z punktu widzenia naukowego i praktycznego? Proszę wskazać tylko po jednym osiągnięciu.

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

Rozprawa doktorska Łukasza Majewskiego jest bardzo interesującą pracą naukową dotyczącą biokompozytów do zastosowań w technologii wytłaczania z rozdmuchiwania swobodnym. Uzyskane w trakcie realizacji pracy i zamieszczone w rozprawie wyniki badań są ciekawym i oryginalnym osiągnięciem Doktoranta, które osiągnął między innymi dzięki zastosowaniu zaawansowanych technik badawczych.

Uważam, że cel rozprawy został zrealizowany, a uzyskane wyniki stanowią zestaw bardzo cennych informacji o biokompozytach polimerowych do zastosowań w technologii wytłaczania. Doktorant wykazał się dużą wiedzą i doświadczeniem badawczym. Wyniki badań związanych z rozprawą doktorską przedstawił w siedmiu recenzowanych publikacjach z listy JRC.

### **Podsumowanie oceny rozprawy doktorskiej**

Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej moje opinie stwierdzam, iż praca mgr inż. Łukasza Majewskiego pt. „*Badanie procesu wytłaczania oraz wybranych wybranych właściwości biokompozytowych folii polietylen/skrobia termoplastyczna*” w pełni odpowiada wymogom i spełnia wszystkie warunki stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą Ustawę, dlatego wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Lubelskiej.

### **Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej**

Biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasza Majewskiego wnioskuję o jej wyróżnienie.

W rozprawie Doktorant przedstawił bardzo szeroki zakres badań innowacyjnych materiałów dedykowanych do zastosowań w technologiach wytłaczania. Wykazał się wysokim poziomem wiedzy na temat: technologii wytłaczania z rozdmuchiwanym swobodnym, badanych materiałów, zastosowanych metod badawczych oraz interpretacji wyników badań. Wyniki związane z zakresem rozprawy zostały przedstawione w siedmiu recenzowanych czasopismach z listy JRC, co dodatkowo potwierdza wysoki poziom prowadzonych przez Doktoranta prac badawczych.

*Marek Szostak*

Dr hab. inż. Marek Szostak, prof. PP