

Dr hab. inż. Stanisław Kuciel, prof. PK

20 maj 2024 r.

Katedra Inżynierii Materiałowej
Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki
Politechnika Krakowska

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr. inż. Marcina Marczaka

pt. „**Optymalizacja własności eksploatacyjnych kompozytów na bazie terpolimeru EPDM napelnianych biokomponentami oraz funkcjonalizowanych nanostrukturalnymi dodatkami mineralnymi**”

promotor rozprawy: dr hab. inż. Grzegorz Matula, Prof. PŚ

promotor pomocniczy dr inż. Piotr Sakiewicz

ścieżka dyplomowania: doktorat wdrożeniowy

wykonanej na zlecenie Rady Naukowej dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej z dnia 20 lutego 2024 r. przedstawionej w piśmie prof. dr hab. inż. Marii Sozańskiej (RDJMa.RMT.512.22.2023)

1. Aktualność przedmiotu rozprawy i rozpoznawalność naukowa mgr inż. Marcina Marczaka

Tematyka rozprawy doktorskiej koncentruje się na opracowaniu nowych kompozytów na bazie terpolimeru EPDM (etylen-propylen-dien), napelnianych biokomponentami oraz funkcjonalizowanych nanostrukturalnymi dodatkami mineralnymi. Tematyka pracy jest niezwykle aktualna i istotna w kontekście współczesnych trendów w inżynierii materiałowej, w szczególności w odniesieniu do zrównoważonego rozwoju i gospodarki w obiegu zamkniętym. Podjęty temat badawczy ma charakter innowacyjny i ma spore możliwości wdrożeniowe. Przegląd literatury w rozprawie jest kompleksowy i obejmuje szeroki zakres tematów związanych z gospodarką w obiegu zamkniętym, recyklingiem oraz zastosowaniami różnych materiałów polimerowych. Autor dokładnie omawia różne rodzaje kauczuków, plastyfikatorów, napelniaczy, zespołów sieciujących oraz przyspieszaczy wulkanizacji. Analiza literatury obejmuje zarówno klasyczne, jak i najnowsze badania, co świadczy

Biuro Dziekana

1

wpłynęło dnia 07.06.2024
RDJMa.RMT/46/5/2024
nr zał.

o gruntownej znajomości tematu oraz umiejętności krytycznej oceny źródeł. Ponadto, autor przedstawia przegląd najnowszych technologii oraz metod badawczych, co stanowi solidne podstawy teoretyczne dla prowadzonych badań.

Dorobek naukowy publikacyjny i badawczy Autora nie jest znaczący bo wg bazy Google Scholar tylko dwa artykuły w tym jeden z if, ale można to zrozumieć z uwagi na charakter wdrożeniowy doktoratu i szeroki zakres badań przedstawiony w rozprawie, część rezultatów badań zasługuje na późniejsze opublikowanie.

2. Ogólna charakterystyka i ocena rozprawy doktorskiej

Oceniana rozprawa doktorska obejmuje 250 stron maszynopisu w tym 226 stron rozprawy, spis rysunków i tabel oraz cytowanej literatury, który zawiera 214 pozycje. Rozprawa posiada 16 rozdziałów i 30 podrozdziałów.

Rozprawa składa się z siedmiu rozdziałów, które logicznie prowadzą czytelnika od wprowadzenia do tematyki, poprzez przegląd literatury, aż po szczegółowe badania własne autora i wnioski końcowe. W pierwszym rozdziale autor przedstawia tło problemu, definiuje kluczowe pojęcia oraz uzasadnia wybór tematu badawczego. Doktorant podkreśla znaczenie recyklingu w kontekście zrównoważonego rozwoju i przedstawia główne cele swojej pracy. Wprowadzenie jest czytelne i dobrze napisane, stanowiąc solidną podstawę dla dalszych rozważań. Rozdział drugi obejmuje szeroki przegląd literatury dotyczącej gospodarki o obiegu zamkniętym, międzynarodowych i krajowych wymagań dotyczących recyklingu oraz metod recyklingu materiałów polimerowych. Autor wykazuje się gruntowną znajomością tematu, prezentując najważniejsze koncepcje i badania w tej dziedzinie. Szczególnie cenne są opisy różnych metod recyklingu i ich zalet oraz wad, które stanowią ważne tło dla badań własnych autora. W trzecim rozdziale doktorant precyzyjnie definiuje cele swojej pracy oraz zakres badań. Skupia się na analizie właściwości fizykochemicznych materiałów polimerowych poddanych recyklingowi, z uwzględnieniem różnych metod recyklingu. Autor jasno formułuje hipotezy badawcze oraz określa metody badawcze, co świadczy o dobrze przemyślanym i systematycznym podejściu do problemu. Czwarty rozdział jest najobszerniejszy i zawiera szczegółowy opis przeprowadzonych badań. Autor przeprowadził szeroki zakres eksperymentów, analizując właściwości fizykochemiczne materiałów polimerowych po zastosowaniu różnych metod recyklingu. Badania obejmowały m.in. ocenę wytrzymałości mechanicznej, elastyczności, oraz stabilności termicznej recyklingowanych polimerów. Opis

metodologii badawczej jest bardzo dokładny, co umożliwia powtórzenie eksperymentów przez innych badaczy. Wyniki są przedstawione w sposób przejrzysty, z licznymi tabelami i wykresami ilustrującymi uzyskane dane. W piątym rozdziale autor omawia wyniki swoich badań, porównując je z danymi literaturowymi oraz wcześniejszymi badaniami innych autorów. Doktorant w sposób krytyczny analizuje uzyskane wyniki, wskazując na ich znaczenie praktyczne oraz potencjalne ograniczenia. Omówienie jest merytoryczne i dobrze uzasadnione, a autor wykazuje się głęboką znajomością tematu i umiejętnością wyciągania wniosków z przeprowadzonych eksperymentów. W przedostatnim rozdziale Autor podsumowuje swoje badania, podkreślając najważniejsze wnioski i osiągnięcia pracy. Wskazuje przy tym na kluczowe aspekty, które mogą przyczynić się do bardziej efektywnego recyklingu materiałów polimerowych oraz ich ponownego wykorzystania w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym. Podsumowanie jest rzeczowe i zwięzłe, co pozwala na szybkie zapoznanie się z najważniejszymi wynikami pracy. Ostatni rozdział zawiera wnioski końcowe oraz rekomendacje autora dotyczące dalszych badań w tej dziedzinie. Doktorant proponuje konkretne rozwiązania i strategie, które mogą być zastosowane w praktyce, co świadczy o dużym potencjale aplikacyjnym jego pracy. Autor również wskazuje na potrzebę dalszych badań w celu optymalizacji procesów recyklingu i poprawy właściwości materiałów polimerowych.

Ocena celu, zakresu i tezy pracy

Celem pracy była optymalizacja właściwości eksploatacyjnych kompozytów na bazie terpolimeru EPDM, napełnianych różnymi biokomponentami (m.in. włóknami konopnymi) oraz funkcjonalizowanych nanostrukturalnymi dodatkami mineralnymi, takimi jak haloizyt. Zakres pracy obejmował zarówno badania teoretyczne, jak i eksperymentalne, prowadzone na skalę laboratoryjną oraz przemysłową. Autor szczegółowo określa cele badawcze, które obejmują m.in. poprawę właściwości mechanicznych, fizykochemicznych oraz reologicznych kompozytów, a także ocenę ich trwałości i odporności na starzenie. Metodyka badań została opracowana w sposób rzetelny i przemyślany. Autor zastosował zaawansowane techniki analityczne, takie jak mikroskopia skaningowa (SEM), chromatografia gazowa (GC), spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera (FT-IR), analiza termogravimetryczna (TGA) oraz różnicowa kalorymetria skaningowa (DSC), aby dokładnie zbadać struktury i właściwości nowych kompozytów. Badania obejmowały także wytwarzanie mieszanek gumowych oraz ich testowanie pod kątem różnych właściwości, takich jak twardość, wytrzymałość na rozciąganie, odporność na ścieranie i starzenie.

Wnioski

Wyniki badań przedstawione w rozprawie są szczegółowe i dobrze udokumentowane. Autor wykazał, że kompozyty zawierające biokomponenty i nanostrukturalne dodatki mineralne wykazują poprawione właściwości mechaniczne, fizykochemiczne oraz reologiczne w porównaniu do standardowych mieszanek EPDM. Wyniki badań wykazały, że kompozyty zawierające napelniacze do pewnego stężenia wykazują stabilne i często lepsze właściwości w porównaniu do mieszanki odniesienia. Przekroczenie krytycznego stężenia napelniaczy skutkowało pogorszeniem niektórych właściwości, co jest istotnym odkryciem dla dalszego rozwoju tych materiałów. W dyskusji wyników autor dokładnie analizuje wpływ poszczególnych komponentów na właściwości kompozytów. Autor porównuje wyniki swoich badań z danymi literaturowymi, co pozwala na krytyczną ocenę i weryfikację uzyskanych rezultatów. W szczególności, autor zwraca uwagę na znaczenie optymalizacji stężenia napelniaczy oraz dodatków, aby uzyskać najlepsze właściwości eksploatacyjne kompozytów. Dyskusja jest dobrze uzasadniona i pokazuje głęboką znajomość tematu oraz umiejętność krytycznej analizy wyników badań. Rozdział podsumowujący zawiera klarowne i przemyślane wnioski, które wynikają bezpośrednio z przeprowadzonych badań. Autor formułuje zarówno wnioski ogólne, jak i szczegółowe, które dotyczą optymalizacji procesów wytwarzania oraz właściwości eksploatacyjnych kompozytów na bazie EPDM. Wnioski te mają istotne znaczenie praktyczne i mogą być wykorzystane w przemyśle do produkcji zaawansowanych materiałów kompozytowych. Ponadto, autor wskazuje na możliwości dalszych badań, które mogą prowadzić do jeszcze bardziej zaawansowanych materiałów kompozytowych, co świadczy o jego dalekowzroczności i zdolności do planowania długoterminowych projektów badawczych. Rozprawa doktorska Marcina Marczaka jest wartościowym wkładem w dziedzinę inżynierii materiałowej, szczególnie w kontekście tworzyw kompozytowych na bazie EPDM. Praca wyróżnia się kompleksowym podejściem do tematu, starannością w prowadzeniu badań oraz umiejętnością analizy uzyskanych wyników. Zastosowanie zaawansowanych technik analitycznych oraz uwzględnienie aspektów gospodarki w obiegu zamkniętym dodatkowo podnoszą wartość naukową tej rozprawy. Autor wykazał się dużą wiedzą, umiejętnościami badawczymi oraz zdolnością do krytycznego myślenia. Praca jest dobrze napisana, metodycznie poprawna i wnosi nowe, cenne informacje do omawianej dziedziny.

Wybrane uwagi krytyczne i redakcyjne

Praca zawiera wiele bardzo ciekawych i oryginalnych badań, niestety poziom edycyjny wielu rysunków jest niski i trudno jest w pełni analizować otrzymane rezultaty, wybrane przykłady to rys. 4.9 dyfratogram dla proszku UPS-BL, rys.5.91 przełomy próbek na mikrofotografiach SEM czy rys. 5.129 termogramy YG/DTG próbek zawierających kurkumę, czy rys. 5.137. Wyniki badań kolorymetrycznych tab. 5.1 nie są opisane i pogrupowane w sposób czytelny, późniejsze materiały zawarte na rysunku 5.2 ułatwiają ich zrozumienie, ale brak opisu pod każdym utrudnia czytanie. Podobne uwagi można odnieść do opisu wpływu starzenia termicznego rys. 5.56 gdzie dodatkowo wszystkie porównania są jak rozumieć wykonane dla jednej próbki. W kilku miejscach szyk zdań jest czasem niezrozumiały np. str. 134 drugi akapit „surowe przeciwdrobnoustrojowe” Ogólnie w pracy jest bardzo wiele wyników i na pewno brakuje lepszego ich wyboru do prezentacji, chwilami rozprawa ma charakter raportu z badań.

Pytania dotyczące rozprawy

1. Który z licznych wniosków uważa Pan za najważniejszy, proszę o uzasadnienie wyboru.
2. Proszę wyjaśnić dlaczego następuje gwałtowny spadek E_b przy 12,5 % napełnieniu grubszą frakcją (str.136).
3. Proszę wyjaśnić dlaczego próbki po degradacji charakteryzowały się wyższą twardością niż próbki w stanie wyjściowym (str 147).

Podsumowanie

Rozprawa doktorska Marcina Marczaka jest bardzo wartościowym i innowacyjnym wkładem w dziedzinę recyklingu materiałów polimerowych na bazie EPDM. Autor wykazał się szeroką wiedzą, umiejętnością krytycznej analizy literatury oraz wysokim poziomem umiejętności badawczych. Praca jest napisana w sposób klarowny i zrozumiały, a jej struktura jest logiczna i spójna. Wnioski autora są dobrze uzasadnione i mają duże znaczenie praktyczne. Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe rozważania, oceniam rozprawę doktorską jej aspekty poznawcze i utylitarne wysoko i uważam, że spełnia odpowiednie wymagania Ustawy. Niniejszym wnoszę do Rady Naukowej dyscypliny Inżynieria Materiałowa, Politechniki Śląskiej o przyjęcie rozprawy, dopuszczenie Autora, mgr inż. Marcina Marczaka, do publicznej obrony, a po jej pozytywnym przebiegu o nadanie mu stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Stanisław Kuciak

