



Politechnika Łódzka

Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych



Łódź, 30 X 2024 r.

Dr hab. inż. Łukasz Szymański, prof. uczelni
Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych
Politechnika Łódzka
ul. Stefanowskiego 22
90-537 Łódź

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Łukasza Sucheckiego
pt. "Analiza wpływu zastosowania surowców z recyklingu na właściwości
kompozytów polimerowych ekranujących pole elektromagnetyczne"
w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Kierownika Dyscypliny
Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Częstochowskiej – uchwała
Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki
Częstochowskiej (PCz) nr 46/2023/2024 z dnia 26 września 2024r.

2. Opis dorobku autora pracy, opinia na temat ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata

ul. Stefanowskiego 22, 90-537 Łódź, budynek A12
tel. +48 42 631-25-71, w2i25@adm.p.lodz.pl
Adres do korespondencji:
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź



Mgr inż. Łukasz Suchecki swoje badania w zakresie doktoratu realizuje na Politechnice Czestochowskiej. W bazie WoS można znaleźć 8 publikacji datowanych na lata 2020 - 2023, których to doktorant jest współautorem. Jeden artykuł wydany został w czasopiśmie Energies, jeden w Materials, jeden w Applied Sciences-Basel, a pięć z nich zostało wydane jako artykuły w Przeglądzie Elektrotechnicznym. Mgr inż. Łukasz Suchecki jest współautorem 2 patentów: P.439466 „Sposób otrzymywania materiału kompozytowego oraz materiał kompozytowy” oraz P.439467 „Sposób otrzymywania materiału kompozytowego oraz materiał kompozytowy”.

Na podstawie analizy dorobku stwierdzam, że autor opanował wiedzę teoretyczną, która umożliwiła mu przedstawienie kolejnych etapów prac badawczych. W czasie realizacji zadań porusza on się w aktualnym czasowo oraz szeroko rozwijanym temacie materiałów aplikowanych w zastosowaniach technologicznych. W wypadku opiniowanej pracy materiałów ekranujących pole elektromagnetyczne. Z uwagi na reprezentowaną dyscyplinę istotną wiedzą, którą wykazuje się doktorant jest ta z zakresu technologii produkcji, inżynierii wytwarzania, a także kompatybilności elektromagnetycznej. Wymienione zagadnienia wpisują się w zakres dyscyplin naukowych Inżynieria Mechaniczna; Inżynieria Materiałowa; Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

3. Ocena wartości naukowej rozprawy

W swojej pracy doktorskiej mgr inż. Łukasz Suchecki podejmuje problem zastosowania surowców pochodzących z recyklingu mogących być wykorzystanych w technologii ekranowania pól elektromagnetycznych. Obecnie rosnące zapotrzebowanie na materiały zdolne do skutecznego tłumienia promieniowania elektromagnetycznego wynika z rosnącej liczby urządzeń elektronicznych oraz skutków oddziaływania różnych technologii, które mogą negatywnie wpływać na zdrowie człowieka i działanie innych systemów elektronicznych. Z tego powodu poszukiwanie alternatywnych rozwiązań, takich

jak zastosowanie kompozytów opartych na materiałach z recyklingu, nabiera znaczenia w kontekście nauki i technologii.

4. Szczegółowy opis rozprawy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska liczy 132 strony. Podzielono ją na 8 głównych rozdziałów. Można w niej wyróżnić dwie główne części. Na pierwszą opisującą założenia i podstawy teoretyczne składają się rozdziały 1-6, a na drugą w której autor opisuje badania praktyczne i wnioski rozdziały 7-8. W części pierwszej autor skoncentrował się na zagadnieniach opisujących podstawy problematyki zakresu tematyki pracy tj. opisie właściwości kompozytów polimerowych, opisie podstaw fizycznych właściwości materiałów, opisie technologii wytwarzania polimerów i surowców do ich wytwarzania. Druga to część praktyczna z opisem przeprowadzonych badań i wnioskami.

Autor postawił sobie następujący cel: określenie jakościowego i ilościowego składu kompozytów, o zadowalających właściwościach ekranujących pole elektromagnetyczne, przy jednoczesnym wyznaczeniu optymalnych parametrów niezbędnych do wytwarzania ich metodą prasowania na gorąco.

Autor sformułował następujące tezy pracy:

Teza 1. Istnieje możliwość doboru rodzaju, ilości i wielkości cząstek napełniacza magnetycznego, pochodzącego z recyklingu, wprowadzonego do polimerowej osnowy dla uzyskania podatnego do prasowania na gorąco kompozytu przeznaczonego na wyroby o optymalnych właściwościach termomechanicznych.

Teza 2. Istnieje możliwość wytworzenia kompozytów o zadawalających, dla określonych zastosowań, właściwościach ekranujących pole

elektromagnetyczne, zależnych od rodzaju polimeru stanowiącego osnowę kompozytu oraz od rodzaju, ilości, ułożenia i kształtu napełniacza.

W kolejnych rozdziałach pracy można odnaleźć informację:

Rozdział 1 pracy zawiera wprowadzenie i informacje podstawowe dotyczące kompozytów, pola elektromagnetycznego oraz materiałów stosowanych w ekranowaniu. Rozdział powinien być zdecydowanie krótszy, a szczegółowe elementy opisane w nim powinny zostać przeniesione do kolejnych rozdziałów merytorycznych.

Rozdział 2 pracy zawiera cel, tezy oraz informację o zakresie pracy. Elementy te powinny zostać ujęte bardziej precyzyjnie. Dyskusję na ten temat przeniosę do tematów dyskusyjnych.

W Rozdziale 3 pracy autor koncentruje się na właściwościach termomechanicznych kompozytów polimerowych. Autor szczegółowo opisuje metody badawcze stosowane w celu oceny tych właściwości. Omówione zostały trzy główne metody:

1. badania wytrzymałości na rozciąganie: opisano normy i zasady przeprowadzania badań statycznego rozciągania według normy ISO 527-1:2020-01;
2. pomiar modułu Younga: autor opisuje metodologię opartą na prawie Hooke'a, które określa zależność pomiędzy siłą rozciągającą a odkształceniem sprężystym materiału;
3. badania udarności wg Charpy'ego.

Oprócz tych metod omówiono również inne testy, takie jak pomiary twardości, które pomagają określić odporność materiału na wgniecenia oraz pomiary za pomocą różnych technik, w tym metod twardości HB. Ostatnia część rozdziału dotyczy badań DMTA.

Rozdział 4 pracy zawiera informacje o wybranych właściwościach elektrycznych i magnetycznych materiałów stosowanych do ekranowania pola elektromagnetycznego. Autor skupia się na analizie przenikalności elektrycznej i magnetycznej, rezystywności, konduktywności oraz zjawisku indukcji elektromagnetycznej. Opisuje materiały z podziałem na dielektryki, diamagnetyki, paramagnetyki oraz ferromagnetyki. Rozdział jest zbyt długi i szczegółowy. Z uwagi na cele i tezy ostatni podrozdział – 4.3 powinien być rozwinięty jako nowy ze szczegółowymi opisami pól.

Rozdział 5 pracy doktorskiej Łukasza Sucheckiego dotyczy technologii wytwarzania kompozytów polimerowych. Autor skupił się na opisie metod wykorzystywanych w procesach produkcyjnych. W tym przypadku rozdział zbyt krótki – szczególnie w części opisującej metody. Autor nie wykazał się w tym względzie znajomością literatury dotyczącej całości zagadnienia. Rozdział „Technologie wytwarzania kompozytów” oparty jest na 4 pozycjach. To zdecydowania za mało. Dopiero podrozdziały rozdziału 5 zawierają więcej informacji, ale w temacie już bardzo sprecyzowanym

W Rozdziale 6 pracy doktorskiej autor opisuje materiały i surowce wykorzystywanych do produkcji kompozytów polimerowych, ze szczególnym wyróżnieniem tych przeznaczonych do ekranowania pola elektromagnetycznego. Rozdział przydatny i wprowadzający do tej tematyki rozwijanej w pracy. Podrozdział 6.4 powinien być nowym rozdziałem, a w formie przedstawionej przez autora nie wnosi zbyt wiele użytecznych informacji. Rozdział 6.4.1 nie posiada wymaganych pozycji literaturowych.

Rozdział 7 pracy doktorskiej Łukasza Sucheckiego dotyczy procesu wytworzenia próbek kompozytowych oraz zastosowanej metodyki badawczej. Rozdział ten stanowi podsumowanie badawcze umożliwiające udowodnienie tez. Logika występująca w rozdziale i podrozdziałach wymaga dodatkowych wyjaśnień. Dyskusja nad tym rozdziałem w mojej ocenie musi zostać przeniesiona na kolejne etapy postępowania – pytania zamieszczam w uwagach dyskusyjnych.

Literatura, na którą powołuje się Doktorant, liczy 222 pozycji, wśród których wiele to artykuły opublikowane w uznanych periodykach naukowych. Niestety część pozycji stanowi źródła internetowe. Literatura jest aktualna. W mojej ocenie układ pracy jest poprawny. Sumarycznie jakość rysunków, tabel i estetyka pracy nie budzi moich zastrzeżeń.

5. Tematy dyskusyjne:

1. Strona 35. Co to jest błyskawica? Czy autor miał na myśli wyładowanie piorunowe?
2. Autor zapisał cel pracy jako: „Celem pracy jest określenie jakościowego i ilościowego składu kompozytów, o zadowalających właściwościach ekranujących pole elektromagnetyczne, przy jednoczesnym wyznaczeniu optymalnych parametrów niezbędnych do wytwarzania ich metodą prasowania na gorąco”. Co w celu pracy oznacza zadowalające właściwości? To wyrażenie nie jest dobrze wytłumaczone. Dalej można znaleźć zapis: „Wyzwaniem jest dobór zarówno rodzaju napełniacza, jego kształtu, uziarnienia, właściwości elektromagnetycznych oraz sposób jego połączenia w stabilną termomechanicznie strukturę kompozytową, która umożliwi budowę przesłon ekranujących pole elektromagnetyczne w szerokim zakresie częstotliwości.”, który nadal nie odpowiada na moje pytanie.
3. Teza 1. Brzmi: „Istnieje możliwość doboru rodzaju, ilości i wielkości cząstek napełniacza magnetycznego, pochodzącego z recyklingu, wprowadzonego do polimerowej osnowy dla uzyskania podatnego do prasowania na gorąco kompozytu przeznaczonego na wyroby o optymalnych właściwościach termomechanicznych”. Co autor rozumie pod słowem optymalny? Z tym tematem nieodłącznie związane są kryteria optymalizacji. Proszę podać te które były brane pod uwagę.
4. Teza 2. Brzmi: „Istnieje możliwość wytworzenia kompozytów o zadawalających, dla określonych zastosowań, właściwościach ekranujących pole elektromagnetyczne, zależnych od rodzaju polimeru

- stanowiącego osnovę kompozytu oraz od rodzaju, ilości, ułożenia i kształtu napełniacza” Co autor rozumie jako zadowalające właściwości? Co autor rozumie jako określone zastosowania?
5. Rozdział 6.4.1 nie posiada wymaganych pozycji literaturowych. Proszę o przygotowanie informacji o źródle pochodzenia informacji.
 6. Rozdział 7.1 nie jest czytelny. Co oznacza, że wykonano analizy badań wstępnych? Jakich badań? Co oznacza że selekcja nastąpiła po „optymalizacji procesu technologicznego”? Jaki były kryteria tej optymalizacji? Jaki olej transformatorowy dodano do próbki. W jakiej ilości (proporcji)?
 7. Jaka jest dokładność podanej rezystancji, rezystancji skrośnej oraz powierzchniowej w Tab. 7.2? Jaka konduktywności w Tab. 7.3?
 8. Rozdział 7.3.3. Autor wskazuje, że zostały przeprowadzone symulacje dotyczące skuteczności ekranowania, przy czym brak jest jakichkolwiek informacji dotyczących tego etapu pracy, w tym wykorzystanych zależności, czy też samego sposobu prowadzenia symulacji – rozdział 7.3.3 i równania z rozdziału 4.3.
 9. W żadnym rozdziale pracy nie można znaleźć przykładowych zdjęć „przełomów” próbek użytych do badań. Nie jasny jest związek pomiędzy zawartością wagową a objętością wypełniacza, co z punktu widzenia teorii ekranowania ma fundamentalne znaczenie. Dodatkowo w pracy brakuje informacji na temat homogeniczności wyprodukowanych materiałów.
 10. Jaką informację posiadał autor i chce się nią podzielić wykonując i przedstawiając zdjęcia mikroskopowe – Rys. 7.4?
 11. Tytuł pracy sugeruje ważność zagadnienia ochrony środowiska, a w pracy poświęcony jest temu zagadnieniu jedynie krótki rozdział 6.4 – 3 strony. W pracy brakuje analizy skutków środowiskowych z zaznaczeniem ekonomicznej strony procesu. W jaki sposób zastosowana technologia wpłynęłaby na podstawowe parametry dotyczące tych zagadnień?
 12. W przedstawionym toku badawczym autor do kompletu badań używa różnych materiałów prowadząc na nich różne badania (typy). Np.

badania mechaniczne są przeprowadzone dla kompozytów z wypełniaczem ceramicznym, natomiast badania ekranowania elektromagnetycznego autor przeprowadza dla kompozytów z zendrą. Podsumowując autor w różnych rozdziałach dysertacji przedstawia wyniki ekranowania pola elektromagnetycznego różnych materiałów, utrudniając/uniemożliwiając porównanie z wynikami przeprowadzonych symulacji. Dlaczego Doktorant nie zdecydował się na przeprowadzeniu badań kilku wybranych materiałów wskazując jednoznacznie, który z materiałów cechuje się najwyższą wartością skuteczności ekranowania pola elektromagnetycznego

13. Autor pracy przedstawił wyniki badania rezystancji powierzchniowej i skrośnej 14 wybranych materiałów, przy czym badania przenikalności magnetycznej zostały wykonane dla zendry i 1 % żywicy fenolowo-akrylowej oraz rozdrobnionej blachy nanokrystalicznej w którym zawarto 1 % żywicy fenolowo-akrylowej w zawartości masowej i tylko dla częstotliwości 10 Hz. Dlaczego badania przenikalności magnetycznej zostały ograniczone tylko do dwóch materiałów? Dlaczego badania zostały ograniczone tylko do 10 Hz mając na uwadze, że przenikalność magnetyczna materiałów zależy od częstotliwości.
14. Autor przedstawia w Tab. 7.3 parametry materiałów zastosowanych do przeprowadzenia obliczeń, przy czym w dysertacji autor nie nawiązał z czego wynikają przedstawione parametry. Czy zostały one wyznaczone przez Doktoranta, czy też na podstawie danych producentów tego typu materiałów?
15. W przypadku niektórych charakterystyk autor stosuje skale logarytmiczne – np. 7.19 a) a w niektórych nie – 7.20 b). Proszę podać przyczyny takiego przedstawienia oraz konsekwencje za nimi idące. Dodatkowo autor przedstawia wyniki symulacji na Rys. 7.19 i 7.20 wskazując, że zmiennymi była przenikalność magnetyczna oraz częstotliwość. Nie zostało precyzyjnie wskazane, czy dla każdego materiału zmieniano wartości przenikalności magnetycznej, czy też przyjęto jedną wartość przenikalności magnetycznej dla konkretnego materiału. W przypadku przejętej jednej wartości przenikalności magnetycznej dla konkretnego

materiału proszę o wyjaśnienie dlaczego założono stałą wartość w szerokim zakresie częstotliwości (od 0,5 GHz do bodajże 25 GHz), a w przypadku zmiany przenikalności magnetycznej każdego z materiałów proszę o wyjaśnienie co zostało przedstawione na wykresie i dla jakich konkretnie przenikalności magnetycznych dla kolejnych częstotliwości określano wartości absorpcji, odbicia fali wielokrotnego odbicia fali i skuteczności ekranowania.

6. Wybrane uwagi:

1. Literatura nie zawsze zapisywana jest w poprawny sposób. W tego rodzaju pracach trudno akceptować pozycje literaturowe pochodzące jedynie z Internetu. Trudno ocenić jakość tych informacji. Autor nie pokusił się o informację o dacie sprawdzenia informacji na stronie.
2. W swojej pracy autor używa często (siedmiokrotnie), stwierdzenia „bardzo”. Nie jest to określenia natury inżynierskiej. Np. str. 20 „Wykazywały one bardzo dobre właściwości ekranujące pole elektromagnetyczne”. Co oznacza bardzo? Czy nie wystarczyło by dobre? Czy może w kategorii porównań należałoby zaznaczyć lepsze niż/gorsze niż? Podobne uwaga do wyrażen ze strony 50, 75, 76, 77, 79.
3. Strona 3 – błąd składni: ”Analizując wyniki badań kompozytów z jednym rodzajem napełniacza stwierdzono, że najkorzystniejsze parametry kompozytu uzyskuje się przy 70% zawartości napełniacza proporcja w stosunku masowym wynosi 70% napełniacza do osnowy.”
4. Strona 3 - „charakteryzuje się korzystnymi właściwościami termomechanicznymi oraz ekranującymi pole elektromagnetyczne.” W stosunku do czego charakteryzuje się korzystnymi właściwościami? Jakie są właściwości?
5. Strona 8 - „H - natężenie pola magnetycznego [A]” – natężenie pola magnetycznego wyrażane jest w A/m. To samo dla indeksu Hm.

6. Strona 11 - pierwszy akapit: „obejmuje zarówno mikrostrukturę, jak i makrostrukturę materiału” – obejmuje mikrostrukturę czego? Materiału kompozytu czy tylko materiału?
7. Strona 13 - „bezpieczny przepływ prądu elektrycznego”. Bezpieczny dla kogo? Dla urządzeń dla zwierząt? Co to jest bezpieczny przepływ?
8. Strona 15 - „EM jest pojęciem ogólnym odnoszącym się do wszystkich fal elektromagnetycznych o różnych długościach i częstotliwościach fali.”. EM to skrót od słowa elektromagnetyczne, dlatego też rozwinięcie zdania wyglądałoby: „Elektromagnetyczne jest pojęciem ogólnym odnoszącym się do wszystkich fal elektromagnetycznych o różnych długościach i częstotliwościach fali.”
9. Strona 15 - „Rosnąca złożoność urządzeń/systemów elektronicznych w postaci większej gęstości upakowania zapewnia szybką reakcję powodującą zakłócenia elektromagnetyczne.”. Upakowania? Upakowania czego? Jaką reakcję?
10. Strona 16 - „słyszanego w systemach audio po włączeniu światła”. Jaki wpływ ma włączenie oświetlenia na pojawienie się wyładowań elektrostatycznych zakłócających działanie systemów audio?
11. Strona 16 - „do wykrywania stanu sprzętu produkcyjnego, jakości produktu i inne użyteczne informacje”. Powinno być innych użytecznych rzeczy, przy czym Doktorant nie określił precyzyjnie jakie to są wrywane inne użyteczne rzeczy.
12. Strona 21 - „W wyniku przeprowadzonych badań termomechanicznych wytypowano finalny kompozyt do wykonania komór zgodnych z normą”. Jaka normą?
13. Strona 26 - nie można zostawiać w tekście pustych fragmentów sugerujących koniec rozdziału. Podobnie strona 29, 60, 112.
14. Strona 31 - wzór (18). Dwukrotnie powtórzone jest „tan”.
15. Strona 58 - jest „powierzchniowa”, a powinno być „powierzchniową”
16. Strona 62 - wzór (40), (41) i (43). Powtórzone „log”.
17. Strona 91 - „Przenikalność magnetyczna μ_r wyniosła 1,03 w przypadku zendry walcowniczej dla blachy nanokrystalicznej 28,1.” Powinno być:

„Przenikalność magnetyczna μ_r wyniosła 1,03 w przypadku zendry walcowniczej, a dla blachy nanokrystalicznej 28,1.”

18. Strona 90 Rys. 7.11 - „przenikalności magnmetycznej”. Powinno być: „przenikalności magnetycznej”.

19. Cytowania zapisane przy rysunkach nie są jednoznaczne. Raz autor opisuje cytowania na końcu opisu – np. Rys. 4.1., a raz w środku opisu np. Rys. 3.1.

20. Tab. 4.3 – wątpię, aby najlepszym źródłem danych była pozycja [119] w spisie literatury. Podobna uwaga do Tab. 4.4.

21. Jakie jest źródło Rys. 4.3 i Rys. 4.4?

22. W jednym miejscu autor powołuje się na rysunki zapisem Rysunek (np. Rysunek 3.1 str. 22) a raz rys. (np. rys. 7.4. str. 84). Zapis należy ujednoczyć.

23. Rys. 7.13 - 7.20 i inne są nieczytelne ze względu na wielkość i charakter.

7. Opinia o oryginalności rozwiązania naukowego

Rozwiązanie przedstawione przez doktoranta mieści się w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna, choć praca jest w dużej mierze multidyscyplinarna i dotyczy zagadnień w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa, a wnioski końcowe dotyczą dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Autor w pracy przedstawił swoje podejście do problemów wynikających z możliwościami zastosowania nowych materiałów w kontekście ekranowania pól elektromagnetycznych. Recenzowana praca podparta jest jedną pracą cytowaną (pozycja 217 literatury - Jakubas, A., Łada-Tondyra, E., Suchecki, Ł., & Makówka, M. "Simulations and tests of the effectiveness of electromagnetic field shielding by shields made of recycled materials," Przegląd Elektrotechniczny, 98, 2022, 152-155.), której to doktorant jest współautorem. Przedstawiona do recenzji praca jest zatem oryginalna.

8. Ocena umiejętności samodzielnego prowadzenia przez kandydata pracy naukowej.

Rozprawa doktorska została przygotowana pod opieką dwóch promotorów. W pracy autor przedstawił badania natury diagnostycznej (identyfikującej problem) poparte wcześniejszymi analizami literaturowymi.

Na podstawie przedłożonej rozprawy kompletności celów i tez, podejścia do problemu oraz złożoności zagadnienia stwierdzam, że doktorant jest w stanie samodzielnie prowadzić prace badawcze i naukowe.

9. Ocena rozprawy doktorskiej – wniosek końcowy.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest oryginalna i aktualna ze względu na wyzwania technologiczne. Praca jest napisana poprawnie i logicznie podzielona na rozdziały. Uzyskane wyniki zostały zilustrowane w postaci wielu wykresów. Doktorant podczas realizacji prac skorzystał z wielu metod badawczych, pokazał także, że korzysta z nich świadomie a wyniki interpretuje w sposób właściwy.

Osiągnięciami Doktoranta są:

1. Zastosowanie materiałów polimerowych PE i POM o wysokich właściwościach mechanicznych (sztywność, twardość) w miejsce wcześniej stosowanego w badaniach PVC;
2. Przeprowadzenie badań i doboru parametrów procesu wytwarzania kompozytów (temperatura, ciśnienie prasownicze, czas);
3. Opracowanie struktury 3-warstwowej kompozytu, w układzie z napełniaczami: zendra, nanokrystalik, ceramika, zamiast pierwotnie badanej struktury w wymieszanych wszystkich napełniaczami w jednej warstwie. Rozdzielenie warstw wymagało modyfikacji parametrów prasowania oraz zbadania wpływu kształtu, wymiarów i faktury cząstek napełniacza na zbrojenie kompozytu.
4. Badania i propozycja doboru wielkości ziarna napełniacza oraz stopnia napełnienia kompozytu. Artykuły: A. Jakubas, A., Chyra, M., Suchecki, Ł., K. Mordal, "Analysis of the mechanical properties of electrotechnical composites based on recycling materials. Przegląd Elektrotechniczny, 97(12) (2021). i A.

Jakubas, E. Łada-Tondyra, M. Makówka, Ł. Suchecki „A study on the possibility of using iron scale in the construction of electromagnetic field shields”. *Energies*, 15(4) (2022), 1332.

5. Weryfikacja i porównanie parametrów DMTA (w tym zginanie, rozciąganie) kompozytów warstwowych w stosunku do kompozytów z napełniaczami wymieszanymi w całej objętości.

Wyniki uzyskane przez Doktoranta w rozprawie mają istotne znaczenie dla możliwości wytwarzania materiałów ekranujących.

Pomimo wagi uwag przedstawionych w niniejszej recenzji podkreślę, że pozytywnie oceniam przedstawioną do recenzji pracę doktorską. Na tę ocenę zasługuje zarówno część teoretyczna, będąca wprowadzeniem do zagadnień właściwości materiałowych oraz metod otrzymywania niezbędnych do realizacji pracy polimerów, przegląd literatury tematu, jak również część doświadczalna – praktyczna.

Zawarte w pracy badania i ich analiza są oryginalnym wkładem Doktoranta, a postawione tezy zostały udowodnione. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca Pana mgr. inż. Łukasza Sucheckiego "Analiza wpływu zastosowania surowców z recyklingu na właściwości kompozytów polimerowych ekranujących pole elektromagnetyczne" spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określonym w ustawie z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 ze zm.) i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony. Wnoszę o dopuszczenie mgr. inż. Łukasza Sucheckiego do dalszych etapów postępowania doktorskiego.