

Prof. dr hab. Ewa Piórkowska-Gałęska
Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych
Polska Akademia Nauk
90-363 Łódź, Sienkiewicza 112

Łódź, 15 września 2014 roku

OCENA

rozprawy doktorskiej mgr Karoliny Gąski "ENHANCED THERMAL CONDUCTIVITY OF EPOXY-MATRIX COMPOSITES", wykonanej na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Podstawa opracowania oceny: pismo Dziekana Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 17 lipca 2014 roku.

Utrzymanie bądź osiągnięcie odpowiedniej temperatury jest ważne dla przebiegu wielu procesów technologicznych oraz dla właściwego działania wielu urządzeń. Istotną rolę pełnią wtedy procesy wymiany ciepła. Pojęcie to obejmuje zarówno przewodzenie ciepła, konwekcję jak i promieniowanie. Tematyka rozprawy dotyczy przewodzenia ciepła przez materiały kompozytowe na bazie żywicy epoksydowej.

Tworzywa sztuczne są często stosowane jako materiały izolujące elektrycznie. Z reguły mają one mały współczynnik przewodzenia ciepła, poniżej 1 W/(m K) , i źle odprowadzają ciepło. Zwiększenie współczynnika przewodzenia ciepła materiałów polimerowych, w tym żywic epoksydowych, uzyskać można mieszając je z wypełniaczami o wysokim współczynniku przewodzenia ciepła, jakkolwiek uzyskany rezultat zależy od rozmiaru, kształtu i orientacji ziaren wypełniacza oraz ich dyspersji w matrycy, jak również od transportu ciepła przez granice między-składnikowe.

Podjęte przez mgr Karolinę Gąskę badania zawierają się w tym obszarze zjawisk. Celem pracy było uzyskanie materiałów o wysokim współczynniku przewodzenia ciepła na bazie żywicy epoksydowej, a więc materiału szeroko stosowanego na izolacje elektryczne. Jest to istotny cel, którego osiągnięcie poszerzyć może zakres zastosowania żywic epoksydowych. Praca została wykonana w Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie w ramach współpracy z partnerem przemysłowym - Korporacyjnym Centrum Przemysłowym ABB.

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska mgr Karoliny Gąski "ENHANCED

THEMAL CONDUVTIVITY OF EPOXY-MATRIX COMPOSITES" napisana w języku angielskim na 144 stronach, rozpoczyna się krótkim "INTRODUCTION", w którym Autorka sformułowała cel pracy oraz krótko streściła 5 następujących rozdziałów rozprawy.

W rozdziale drugim, zatytułowanym "THERMAL CONDUCTIVITY OF MULTIPHASE MATERIALS" Autorka przedstawiła zagadnienia związane z transportem ciepła w układach wieloskładnikowych. Omówiła krótko rozpraszanie fononów z uwzględnieniem zjawisk zachodzących na granicach między-składnikowych oraz modele teoretyczne służące do przewidywania współczynnika przewodzenia ciepła układów materiałów kompozytowych, z uwzględnieniem modelu opracowanego we współpracy z Korporacyjnym Centrum Przemysłowym ABB, w celu przewidywania współczynnika przewodzenia ciepła kompozytów z napełniaczami o ziarnach powlekanymi substancjami dobrze przewodzącymi ciepło. Wspomniała również o efekcie perkolacji i tworzeniu się ścieżek przewodzących ciepło, jak również omówiła napełniacze stosowane w kompozytach polimerowych w celu zwiększenia współczynnika przewodzenia ciepła: metaliczne, węglowe i ceramiczne. Stan wiedzy został dobrze przedstawiony. Doktorantka poruszyła wszystkie zagadnienia istotne dla przeprowadzonych badań, opierając się o liczne publikacje w naukowych periodykach publikowanych na świecie. Wiele z zacytowanych prac zostało opublikowanych w ostatnich latach, co wskazuje na znajomość nowoczesnej i aktualnej literatury w dziedzinie nauki, której dotyczy rozprawa doktorska.

W dalszym ciągu rozprawy Autorka przedstawiła przeprowadzone przez siebie badania. W kolejnym, trzecim rozdziale, zatytułowanym "EXPERIMENTAL", Autorka przedstawiła metody pomiaru współczynnika przewodzenia ciepła koncentrując się na tych, które stosowała w badaniach, wykorzystanych w urządzeniach PPMS Quantum Design Inc. oraz Hot Disc Thermal Constant Analyser TPS 500. W rozdziale tym Autorka wymieniła również inne techniki, które stosowała, a więc mikroskopię świetlną i skaningową mikroskopię elektronową w celu scharakteryzowania napełniaczy i kompozytów, wraz z analizą EDS aby uzyskać informację o rozmieszczeniu pierwiastków w materiałach, dyfrakcję promieni X w celu zbadania czystości i krystaliczności napełniaczy, również z nanotomografią stosowaną aby scharakteryzować trójwymiarową mikrostrukturę kompozytów, analizę termograwimetryczną w celu określenia zawartości napełniaczy w kompozytach, oraz rozpraszanie światła laserowego w celu wyznaczenia rozkładu rozmiarów ziaren napełniacza, jak również spektroskopię w podczerwieni z transformacją Fouriera oraz rentgenowską spektroskopię fotoelektronów aby scharakteryzować napełniacze o ziarnach "core-shell" - ich jakość oraz skład.

wniosków.

Rozprawa jest starannie przygotowana i dobrze zilustrowana. Autorka wykazała dobrą znajomość stanu wiedzy; zacytowała liczne publikacje, w tym wiele opublikowanych w ciągu ostatnich kilku lat. Podjęte badania poszerzyły w wiedzę na temat przewodzenia ciepła przez kompozyty na bazie żywicy epoksydowej i wskazały na znaczne możliwości zwiększenia współczynnika przewodzenia ciepła takich materiałów. W badaniach stosowano nowoczesne techniki badawcze. Doktorantka wykazała biegłość w tych technikach i umiejętność odpowiedniej interpretacji wyników.

Autorka nie skoncentrowała się na jednym, wybranym układzie lecz na różnych kompozytach, dobierając te kompozyty pod kątem badanych problemów. Uważam to za trafne podejście, jakkolwiek zaowocowało znaczną liczbą badanych układów. Skutkiem tego rozdział omawiający rezultaty badań ma skomplikowany układ, o którym wspomniałam wcześniej, co raczej utrudnia niż ułatwia lekturę rozprawy.

Na podstawie analizy licznych szczegółowych wyników Doktorantka sformułowała wnioski wykazując się zrozumieniem badanych zjawisk i zdolnością do znajdowania rządzących nimi praw.

Uzyskane przez Doktorantkę wyniki wskazują na wiele nowych możliwości modyfikacji przewodzenia ciepła w materiałach kompozytowych, co stanowi o innowacyjności podjętych przez Doktorantkę badań. Zastosowane techniki, właściwie dobrane po kątem planowanych badań, umożliwiły wytworzenie odpowiednich próbek i ich przebadanie.

Za pewną wadę, niewielką zresztą, rozprawy uważam brak informacji o dyfuzyjności termicznej badanych kompozytów, która odgrywa istotną rolę przy przewodzeniu ciepła w stanie nieustalonym.

Należy natomiast podkreślić, że Doktorantka jest współautorką wielu wystąpień na międzynarodowych konferencjach, oraz publikacji, w tym 5 już opublikowanych i 4 wysłanych do druku do naukowych periodyków o wysokiej cytowalności.

Stwierdzam, że ta bardzo dobra praca spełnia wszystkie wymagania stawiane pracownikom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie do publicznej obrony pracy, po złożeniu przez Doktorantkę wymaganych ustawą egzaminów.

Prof. dr hab. Ewa Piórkowska-Gałęska

E. Piórkowska-Gałęska