

Lublin, dn. 2015-08-18

Prof. dr hab. Barbara Surowska
Politechnika Lubelska
Wydział Mechaniczny

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Ligoda-Chmiel
nt. „Właściwości kompozytów ceramiczno-polimerowych do zastosowań w
konstrukcjach lotniczych”**

Recenzja wykonana została na zlecenie Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej z dnia 13.07.2015 r. w oparciu o decyzję Rady Wydziału z dnia 8 lipca 2015 roku.

I. Charakterystyka ogólna pracy

Poszukiwania nowych materiałów funkcjonalnych, zwłaszcza w obszarze zastosowań lotniczych, są obecnie jednym z wiodących kierunków w inżynierii materiałowej oraz budowie maszyn i urządzeń. Szczególne zainteresowanie dotyczy materiałów złożonych, przekraczających swoimi właściwościami bariery dotychczasowych ograniczeń eksploatacyjnych. Jedną z grup takich materiałów są kompozyty o osnowie ceramicznej, dla których poszukuje się wzmocnienia obniżającego kruche pękanie z utrzymaniem lub podwyższeniem pozostałych właściwości charakterystycznych dla ceramiki. W tym właśnie obszarze plasuje się recenzowana rozprawa, a więc jest tematycznie w pełni aktualna.

Oceniana praca, licząca 140 stron, zawiera 7 rozdziałów głównych, wykaz piśmiennictwa oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Napisana jest w układzie klasycznym – dwa pierwsze rozdziały, obejmujące 40 stron, to dobrze dobrana analiza stanu wiedzy z zakresu tematyki pracy i jej krytyczna ocena uzasadniająca celowość prowadzonych badań, kolejne rozdziały to badania własne zakończone podsumowaniem i wnioskami. Podsumowanie przeglądu literaturowego uzasadnia celowość prowadzenia badań w zakresie kompozytów ceramiczno-polimerowych wytwarzanych metodą infiltracji. Sformułowano tezę badawczą, która w zasadzie jest celem ogólnym pracy, pokazanym na schemacie (rys.4) jako cel trzeci. Dwa podstawowe cele mają w pełni charakter naukowy a ich osiągnięcie jest warunkiem do proponowania zastosowań ujętych w tezie. Do realizacji celów i udowodnienia tezy opracowano stosowny program badań. Wyniki zilustrowano 56 rysunkami i zestawiono

w 19 tabelach. Sformułowano sześć wniosków końcowych wynikających z przeprowadzonych badań eksperymentalnych. Bibliografia obejmuje 149 pozycji, w przeważającej mierze z ostatnich 14 lat (około 80%), w tym większość angielskojęzycznych, co świadczy o aktualności podjętej tematyki w skali światowej.

II. Ocena merytoryczna rozprawy

Kompozyty o wzajemnie przenikających się fazach oparte o struktury porowate lub szkieletowe są interesującą od ponad dwudziestu lat grupą materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych ale nadal mało wykorzystaną. Podjęty problem wytworzenia kompozytu ceramiczno-polimerowego o niskim stopniu palności, zdolności do tłumienia hałasu oraz względnie dobrej odporności na statyczne obciążenie jest istotny z powodu potencjalnego zastosowania w technice lotniczej. Tłumienie czy ekranowanie dźwięków może być realizowane na różne sposoby, ale wykorzystując różne tworzywa muszą być spełnione jednocześnie wymagania co do lekkości i właściwości mechanicznych oraz co do bezpieczeństwa ludzi a więc niepalność, brak toksyczności itp. Doktorantka, wykorzystując osiągnięcia technologiczne Promotora, dr hab. Marka Potoczka, w dziedzinie wytwarzania struktur ceramicznych w postaci pianek o porowatości otwartej, podjęła się zadania doboru tworzywa polimerowego jako wzmocnienia kompozytu o osnowie pianki korundowej, umożliwiające uzyskanie materiału niepalnego o właściwościach bariery akustycznej. Dzięki dobrej znajomości zagadnień i problemów związanych z postawionym zadaniem oraz właściwie zaplanowanymi i przeprowadzonymi etapami technologicznym i eksperymentalnym, uzyskane zostały materiały posiadające w stopniu wystarczającym założone właściwości.

Technologia otrzymywania kompozytów została bardzo szczegółowo opisana, ze wskazaniem najważniejszych czynników decydujących o uzyskaniu dobrego jakościowo materiału, pod względem stopnia wypełnienia porów oraz adhezji ceramika-polimer. Próby z polimerami epoksydowymi wykazały ich dobrą zdolność do infiltracji oraz adhezję do ceramiki ale ich zastosowanie w strukturach lotniczych wyklucza palność. W związku z tym należy potraktować wyniki badań właściwości kompozytów z tymi żywicami jako porównawcze. Istotne znaczenie dla proponowanych aplikacji mają natomiast wyniki testów przeprowadzonych z żywicą trójfunkcyjną. Uzyskano niepalność, zadowalające właściwości mechaniczne oraz zdolność odbijania fali akustycznej, przy niższej niż dla pianki ceramicznej zdolności absorpcji dźwięków. Wykazano ponadto, że częściowe wypełnienie porów pozwala podwyższyć zdolność absorpcji akustycznej. W ten sposób zrealizowano cele pracy.

W pracy wykonano też dodatkowe badania z elastomerami silikonowymi, jako kolejnymi komponentami o potencjalnym zastosowaniu w lotniczych kompozytach ceramiczno-polimerowych.

III. Uwagi dyskusyjne i szczegółowe

Analizując sformułowane przez Autorkę cele oraz otrzymane wyniki i wyciągnięte wnioski nasuwają się pewne uwagi, przedstawione poniżej.

1. Cel trzeciej pracy nie jest niezależny – będzie wynikiem dwóch pierwszych, a więc schemat na rys. 4 nie jest poprawny.
2. Na podstawie wyników z metod statycznej, dynamicznej i obliczeniowej wyciągnięto wniosek 3, że badane materiały nie stosują się do reguły mieszanin. Obliczenia z wykorzystaniem tej reguły dały właściwy wynik dla gęstości. Zawyżone wartości modułu Younga mogą być wynikiem przyjęcia wartości modułu litego korundu dla pianki.
3. Opracowany model numeryczny kompozytu na pewno ułatwi prognozowanie właściwości metodą MES, ale zasada jest odwrotna niż zapisana w pracy – to eksperymentem weryfikuje się model (żeby był bliższy rzeczywistemu obiektowi) a nie wyniki eksperymentu weryfikuje się modelem. Dobrą zgodność E i ν uzyskano z wynikami z metod nieniszczących (str. 109 i 110).
4. W komentarzu do wykresów z rys. 5.10 podano, że występują trzy strefy, następnie opisano dwie co jest raczej w zgodzie z tymi krzywymi.
5. Wobec znaczących różnic modułu Younga wyznaczonego metodami dynamicznymi i statyczną (których przyczynę wyjaśniono) proszę o wyjaśnienie, które wartości w jakich zastosowaniach materiałów/warunkach pracy powinny być brane pod uwagę.

Jak w każdej pracy Autorka nie ustrzegła się drobnych błędów edycyjnych (literówki np. na str. 80, numeracja wzorów (str.65), niezgodność cytowania z wykazem bibliografii np. poz.125 i zapewne kolejne lub poprzednie), niekonsekwencji językowych (np. własności – właściwości, reguła mieszania – reguła mieszanin, cieplne - termiczne) i powtórzeń informacji z części metodycznej w części badawczej (np. opis technologii, początek rozdz. na str. 78) , ale nie obniżają one w sposób istotny jakości rozprawy.

IV. Wniosek końcowy

Powyższe nieliczne uwagi sprawiają, że recenzowana rozprawa oceniana jest bardzo dobrze zwłaszcza, że zrealizowana została w bardzo krótkim czasie po uzyskaniu przez Doktorantkę tytułu zawodowego magistra. Przedstawiony problem naukowy został rozwiązany w zaplanowanym zakresie.

Doktorantka wykazała się umiejętnością właściwego doboru metod badawczych do realizacji celów naukowych, predyspozycjami do samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Praca mieści się tematycznie w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn choć zawiera szereg badań również z obszaru inżynierii materiałowej, co czyni ją po części interdyscyplinarną.

Rozprawa spełnia wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 386 z późniejszymi zmianami), a Autorka może zostać dopuszczona do publicznej obrony.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.