

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Pawła Przybyłka nt.
„Analiza możliwości zwiększania odporności cieplnej rejestratorów lotniczych poprzez
zastosowanie osłon z polimerowych kompozytów ablacyjnych”

Niniejszą recenzję opracowano na zlecenie Prorektora ds. Rozwoju Kadry i Współpracy
z Zagranicą Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu
prof. dra hab. Sławomira Bukowskiego – pismo nr PK-042/44/47-1/st.dr-r/18
z dnia 08 października 2018 r.

1. Ogólna, formalna charakterystyka pracy

Recenzowana rozprawa została przedstawiona na 200 stronach maszynopisu i zawiera
poza streszczeniem, wstępem oraz załącznikami:

- rozdział pierwszy, w którym Doktorant dokonał przeglądu rozwoju rozwiązań
konstrukcyjnych lotniczych rejestratorów i zastosowań rejestratorów w innych dziedzinach
transportu oraz budownictwie,

- rozdział drugi opisujący wymagania stawiane rejestratorom lotniczym oraz metody badań
takich urządzeń,

- rozdział trzeci zawierający charakterystykę materiałów ablacyjnych, modele fizyczne
i matematyczne ablacji oraz metody badawcze właściwości termoochronnych takich
materiałów,

- rozdział czwarty, w którym sformułowano cel pracy,

- rozdział piąty, w którym Doktorant opisał zakres i metodykę badań doświadczalnych
(dobór składników i technologię wykonywania próbek kompozytowych, badania
wytrzymałościowe, sposoby określania właściwości termoochronnych oraz plan badań
doświadczalnych),

- rozdział szósty zawierający wyniki badań eksperymentalnych, ich analizę statystyczną
oraz dobór materiałów na osłonę obudowy rejestratora,

- rozdział siódmy przedstawiający wyniki badań numerycznych (statycznych i dynamicznych) kilku wersji osłon: autonomicznej i hybrydowych bazujących na osłonie metalowej oraz technologię wykonania uniwersalnej obudowy ochronnej,

- rozdział ósmy, w którym opisano zaprojektowane i wykonane stanowisko do badania zgodnie z obowiązującymi wymaganiami odporności cieplnej osłon ochronnych oraz przedstawiono wyniki przeprowadzonych badań,

- wnioski z przeprowadzonych badań i analiz,

- wykaz cytowanej literatury, zawierający 168 pozycji.

2. Ocena tematu i zakresu pracy

W przedłożonej pracy Autor podjął ważny, ze względu na potrzeby lotnictwa wojskowego, temat związany z potrzebą modernizacji rejestratorów lotu występujących na samolotach starszej generacji pod kątem zwiększenia ich odporności na uszkodzenia, zwłaszcza termiczne. Jednym ze sposobów zabezpieczenia układów rejestrujących parametry lotu przed oddziaływaniem wysokotemperaturowego strumienia ciepła jest stosowanie osłon z materiałów o właściwościach ablacyjnych i takich materiałów dotyczyły badania i analizy Doktoranta. Procesy ablacji są skomplikowanymi zagadnieniami fizycznymi ze względu na ich różne odmiany, jak również różnorodność zjawisk i procesów zachodzących w materiale podczas spalania. Dlatego matematyczne modele ablacji są uproszczone i umożliwiają jedynie jakościową ocenę procesu różnych odmian ablacji. Z tego względu badania eksperymentalne są podstawą oceny właściwości termoochronnych materiałów ablacyjnych i badania takie były zasadniczą częścią realizowanej przez Doktoranta pracy. Ze względu na to, że informacje dotyczące ochronnych pokryć ablacyjnych stosowanych, między innymi, również w technice kosmicznej są niedostępne lub szczątkowe podjęcie tematyki projektowania i badania materiałów ablacyjnych uważam za celowe i pożyteczne.

3. Ocena rozprawy

Do podstawowych zalet rozprawy pod względem wyboru metod i zakresu badań, opracowania i prezentacji wyników oraz badawczego wkładu Autora zaliczam:

- a) podjętą tematykę, zakres wykonanych badań eksperymentalnych i obliczeń numerycznych,
- b) badania eksperymentalne właściwości termoochronnych i mechanicznych zaprojektowanych materiałów ablacyjnych,

- c) szczegółowe przeanalizowanie rozwoju konstrukcji, zastosowań i możliwości rejestracyjnych rejestratorów stosowanych w różnych dziedzinach techniki oraz wymagań dotyczących ich trwałości i metod jej oceny,
- d) zaprojektowanie, zbudowanie i wykorzystanie stanowiska do badania odporności cieplnej obudów rejestratorów lotniczych,
- e) racjonalne wykorzystanie technik komputerowych, zarówno do obliczeń jak i edytorskiej strony pracy.

Zadaniem recenzenta jest wykazanie, że recenzowana praca wnosi oryginalny wkład w rozwój określonej dziedziny naukowej, za który uważam:

- wykazanie możliwości zwiększania odporności cieplnej rejestratorów lotniczych starszego typu poprzez nakładanie metodą laminowania na ich metalowe osłony polimerowych powłok ablacyjnych,

- oszacowanie wpływu składu i struktury osłon kompozytowych na ich właściwości mechaniczne i termoochronne,

- potwierdzenie przydatności montmorylonitu do modyfikacji syciw polimerowych w celu zwiększenia odporności cieplnej osłon kompozytowych oraz oszacowanie wpływu ilości zastosowanego modyfikatora na właściwości cieplne osłon.

Przedstawiona praca świadczy o dobrym przygotowaniu Doktoranta do prowadzenia badań eksperymentalnych oraz umiejętnym korzystaniu z programów obliczeniowych, co stanowi dobrą podstawę do samodzielnego prowadzenia dalszych badań naukowych. Lektura całości rozprawy sprawia pozytywne wrażenie. Jednak moim zdaniem Autor nadmiernie rozbudował rozdziały wprowadzające do tematyki kosztem rozdziałów zasadniczych tj. 5 – 8. W opisie badań brak jest takich danych jak grubość każdego z szesnastu badanych kompozytów, która powinna być różna ze względu na inną ich strukturę i zastosowany sposób wytwarzania. Jeśli badano eksperymentalnie po dwie próbki z każdego kompozytu, to należałoby podać obydwa wyniki, a nie tylko wartość średnią. Uzasadnienie doboru komponentów wykonanych i badanych kompozytów nie jest w pełni satysfakcjonujące, gdyż Autor w jednym zdaniu powołuje się na 27 pozycji literaturowych. Uwaga ta nie dotyczy montmorylonitu, którego potrzebę zastosowania Doktorant opiera na wynikach badań przedstawionych w cytowanych publikacjach. Uzasadnienie wykorzystania innych komponentów można doszukać się w rozbudowanych rozdziałach wprowadzających. Również cel zastosowania kalorymetru w autorskim stanowisku badawczym nie jest dokładnie wyjaśniony – czy służył on tylko do kalibracji stanowiska? W obliczeniach numerycznych nie wyjaśniono dostatecznie sposobu doboru stałych materiałowych kompozytu.

W trakcie czytania pracy zauważyłem drobne błędy i pomyłki edytorskie:

- obciążenie oraz naciski raz są podawane w kg, a innym razem w N,
- objętość rejestratora BUR-1 (str. 29) jest zdecydowanie zawyżona,
- ciśnienie hydrostatyczne podane w godzinach (tab.1.6),
- „C39 – 45 w skali Rockwella” jako oznaczenie stali (str. 59),
- w zależnościach 3.8 i 3.14 nie zgadzają się jednostki,
- nacisk stosowany przy utwardzaniu kompozytów 5,7 MPa wydaje się mało prawdopodobny,
- jeśli udział masowy osnowy wynosi 68,5% (tab. 7.3) to jej udział objętościowy (tab. 7.4) powinien być większy ze względu na jej mniejszą gęstość niż faz wzmacniających,
- w zależności 7.2, moim zdaniem, nie powinien występować składnik dotyczący MMT,
- na rys. 7.6 błędnie są opisane komponenty kompozytu,
- jeśli w obliczeniach numerycznych zadeklarowano element typu „rigid” to nie ma sensu podawania modułu sprężystości wzdłużnej materiału (str. 145),
- moim zdaniem prędkość obliczeniowa obciążnika powinna wynosić 3,84 m/s, a nie 4,95 m/s (tab. 7.9).

Przedstawione uwagi w pewnym stopniu wpływają jedynie na wyniki obliczeń numerycznych. Biorąc jednak pod uwagę to, że wyniki tych obliczeń mogą służyć jedynie do jakościowego porównywania właściwości osłony autonomicznej i bazującej na osłonie metalowej, błędy wynikające z wymienionych pomyłek można uznać za mało istotne.

Na podkreślenie zasługuje aktywność publikacyjna Doktoranta, która pozwala sądzić, że uzyskany stopień doktora będzie inspiracją do kontynuowania badań naukowych. Uważam, że na podstawie trzech pierwszych rozdziałów pracy mogłaby powstać ciekawa monografia dotycząca rejestratorów informacji.

4. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę zakres i poziom recenzowanej pracy doktorskiej oraz jej bezpośredni związek z praktyką inżynierską stwierdzam, że spełnia ona wymagania stawiane rozprawom doktorskim w rozumieniu art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dziennik Ustaw nr 65, poz. 595. Wnioskuje zatem o dopuszczenie mgr inż. Pawła Przybyłka do publicznej obrony Jego rozprawy.

