

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra Marcina Knečia nt.
„Technika cyfrowej korelacji obrazów w analizie deformacji połączeń elementów konstrukcji
stosowanych w lotnictwie”

Niniejszą recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa
Politechniki Rzeszowskiej prof. dr hab. inż. Jarosława Sępa– pismo nr RM-530-19-02-2015
z dnia 30 września 2015 r.

1. Ogólna, formalna charakterystyka pracy

Dorobek naukowy mgra Marcina Knečia, zgodnie z tym co dopuszcza ustawa z dnia 22
grudnia 2014 r., został przedstawiony do oceny w postaci stanowiących spójny zbiór,
opublikowanych artykułów, co muszę przyznać jest pewnym wyzwaniem dla recenzenta,
zwłaszcza, że żadna z publikacji nie jest publikacją samodzielną. Dostarczone dokumenty
zawierają:

- informacje o zatrudnieniu, wykształceniu i stażach w jednostkach naukowo-badawczych,
- opis systemu do pomiarów metodą Cyfrowej Korelacji Obrazów z bibliografią,
- tezę i szczegółowe cele pracy,
- genezę problemu i motywację do podjęcia tematu,
- wykaz osiągnięć naukowo-badawczych (publikacji i patentów),
- wprowadzenie do artykułów będących podstawą oceny przygotowania Doktoranta do prowadzenia samodzielnych badań naukowych, co zawsze jest głównym celem doktoryzacji,
- podsumowanie, wnioski końcowe i kierunki dalszych prac,
- bibliografię liczącą 33 pozycje, z których 13 jest współautorstwa Doktoranta,
- wydruki 12 artykułów dotyczących tematyki doktoratu z oświadczeniami współautorów o ich udziale w prezentowanych badaniach.

Zamieszczone w dokumentacji artykuły stanowią spójny zbiór. Dotyczą wytrzymałości struktur łączonych techniką klejenia i metodami hybrydowymi z zastosowaniem techniki

klejenia, a analiza ich wytrzymałości opiera się, między innymi, na pomiarach odkształceń metodą cyfrowej korelacji obrazów. Sześć artykułów dotyczy identycznej, typowej struktury lotniczej - cienkiej blachy usztywnionej kątownikiem zgrzewanym z blachą i jednocześnie klejonym - której wytrzymałość jest analizowana w różnych aspektach. Dziewięć artykułów było publikowanych, w renomowanych czasopismach, w tym również zaliczanych do listy filadelfijskiej, trzy są materiałami z zagranicznych konferencji. Z oświadczeń współautorów o ich udziale w prezentowanych w artykułach badaniach i analizach wynika, że Doktorant ma prawa autorskie do średnio 33% prezentowanych w artykułach osiągnięć naukowych, a dotyczą one głównie przygotowania próbek, opracowania metodyki badań doświadczalnych, wykonania badań z wykorzystaniem metody cyfrowej korelacji obrazów oraz analizy wyników.

2. Ocena tematu i zakresu pracy

Doktorant mając dostęp do nowoczesnego systemu pomiarowego Aramis opanował techniki pomiarowe, których wykorzystywanie umożliwił ten system i stał się specjalistą w zakresie zaawansowanych technik pomiarowych dotyczących odkształceń: materiałów, połączeń i konstrukcji. Dysponując nowoczesnym aparatem badawczym brał udział w wielu badaniach naukowych, gdzie z powodzeniem wykorzystywał zdobyte umiejętności. Głównym polem badań Doktoranta były struktury łączone różnymi technikami, w tym i hybrydowymi. Badania dotyczyły wytrzymałości doraźnej, pęknięcia oraz wytrzymałości zmęczeniowej. Tematyka wytrzymałości zmęczeniowej struktur płatowców jest problemem istotnym ze względu na wymagania dotyczące niezawodności konstrukcji lotniczych i związanym z nią bezpieczeństwem latania. Możliwość przewidywania prędkości i kierunku propagacji pęknięć zmęczeniowych jest podstawą eksploatacji statków powietrznych projektowanych według zasady bezpiecznego zużycia. Uważam, że Doktorant prowadzi trudne i ważne badania naukowe, których efekty mogą mieć duże znaczenie praktyczne.

Sformułowaną tezę badawczą uważam za niezbyt fortunną, gdyż wynika ona bezpośrednio z możliwości systemu pomiarowego Aramis. Z czterech celów pracy za najważniejsze uważam dwa dotyczące nowych metod doświadczalnych: oceny procesów pęknięcia oraz przyspieszonego określania granicy zmęczenia połączeń.

3. Ocena badań własnych

Ocenę badań własnych Doktoranta opieram głównie na zamieszczonym w dokumentacji wprowadzeniu do artykułów stanowiących podstawę ubiegania się o stopień naukowy

doktora, z którego wynika, że dotyczyły one opracowania metodyki pomiarów lub badań, przygotowania próbek, określania właściwości badanych materiałów, projektowania stanowisk pomiarowych, realizacji badań eksperymentalnych, analizy wyników oraz opracowania i testowania nowych przyspieszonych metod badań zmęczeniowych. We wszystkich badaniach Doktorant wykorzystywał metodę cyfrowej korelacji obrazów. Śledząc dorobek publikacyjny Doktoranta z kolejnych lat wyraźnie widać, że zdobywał on coraz większe doświadczenie dotyczące stosowania tej metody i wykorzystywał je do analizy coraz bardziej skomplikowanych problemów wytrzymałościowych. Oryginalnym, cennym dorobkiem Doktoranta jest również tworzenie autorskich programów pomiarowych i zaprojektowanie oraz wykonanie czujnika pomiarowego do nietypowych badań.

Po zapoznaniu się z publikacjami Doktoranta nasuwają mi się uwagi, na które chciałbym uzyskać odpowiedzi.

- Analizowane hybrydowe połączenia zakładkowe (klejowo-nitowe i klejowo-klinczowe), moim zdaniem, zostały zaprojektowane niefortunnie, gdyż metalowe elementy połączeń mechanicznych usytuowane w środku spoin klejowych nie brały praktycznie udziału w przenoszeniu obciążeń do momentu zniszczenia spoiny klejowej. Potwierdzają to wyniki badań wytrzymałościowych. Cechą połączeń hybrydowych powinno być jednoczesne obciążenie wszystkich elementów łączących na podobnym poziomie wyężenia. Można więc stwierdzić, że analizowano zasadniczo połączenia klejowe, którego mechaniczne elementy łączące można było wyeliminować. W związku z tym mam pytanie do Doktoranta, czy jest sens stosowania połączeń tak zaprojektowanych.
- W badaniach stosowano sześć rodzajów klejów: Pattex Repair Epoxy, Dragon, CHS-EPODUR 619 oraz wyroby firmy Loctite Hysol 9514, Hysol 9461 i Hysol 3423 o różnych właściwościach. Jakiego stosowano kryterium doboru kleju do różnego rodzaju połączeń oraz czy na podstawie przeprowadzonych badań można zarekomendować któryś z tych wyrobów jako najlepiej spełniający wymagania połączeń hybrydowych?
- W obliczeniach numerycznych uwzględniano krytyczną szybkość uwalniania energii odkształcania klejów. Wartość tej cechy materiałów jest wyznaczana eksperymentalnie i rozumiem, że przyjmowana ona była na podstawie danych literaturowych. Chciałby jednak, aby Doktorant wyjaśnił jak realizowany jest eksperyment pozwalający oszacować tę cechę.

Zadaniem recenzenta jest wykazanie, że recenzowana praca (dorobek) wnosi oryginalny wkład w rozwój określonej dziedziny naukowej. W tym zakresie Doktorant nie ułatwił zadania recenzentowi zamieszczając w opisie zakresu pracy oraz wnioskach głównych

problemy istotne i mniej ważne, np. „wykonanie próbek z kleju do badań parametrów wytrzymałościowych”. Do głównych osiągnięć naukowych Doktoranta zaliczam:

- opracowanie i sprawdzenie nowej przyspieszonej metody badań zmęczeniowych z wykorzystaniem pomiarów metodą cyfrowej korelacji obrazów,
- opracowanie metody wykorzystania cyfrowej korelacji obrazów do określania ścieżek pęknięć zmęczeniowych,
- wykazanie przydatności metody cyfrowej korelacji obrazów do sprawdzania poprawności modeli obliczeniowych i wyników obliczeń MES,
- wykazanie szerokich możliwości metody cyfrowej korelacji obrazów do analizy wytrzymałości złożonych struktur i połączeń.

4. Uwagi i wnioski ogólne

Lektura całości dostarczonej dokumentacji pozwala na sformułowanie następujących uwag i wniosków ogólnych:

1. Doktorant udowodnił sformułowaną tezę pracy i zrealizował postawione cele.
2. Doktorant wykazał dobrą znajomość problematyki eksperymentalnego badania wytrzymałości materiałów, połączeń i złożonych struktur oraz umiejętność posługiwania się nowoczesnym aparatem badawczym i wykorzystywania go w różnorodnych badaniach.
3. Doktorant wykazuje dużą aktywność zawodową i naukowo-badawczą biorąc udział w licznych szkoleniach, stażach i konferencjach.
4. Doktorant posiada bardzo istotny dorobek publikacyjny.
5. Wyniki uzyskane przez Doktoranta mają wartość poznawczą i mogą mieć zastosowanie praktyczne w dozorowanej eksploatacji sprzętu technicznego.

5. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę zakres i poziom recenzowanego dorobku naukowego prezentowanego w licznych publikacjach oraz jego bezpośredni związek z praktyką inżynierską, wykazaną przez Doktoranta wiedzę a także umiejętność prowadzenia badań naukowych stwierdzam, że w rozumieniu obowiązujących ustaw, zostały spełnione wymagania niezbędne do uzyskania stopnia naukowego doktora w dziedzinie budowa i eksploatacja maszyn. Wnioskuje zatem o dopuszczenie mgra Marcina Knećcia do publicznej oceny Jego dorobku naukowego.

