

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Marcina KURDELSKIEGO
pt.: „**NALOT EKWIWALENTNY JAKO MIARA WYKORZYSTANIA ZASOBU PRACY
NA PRZYKŁADZIE STRUKTURY SAMOLOTU PZL-130 ORLIK TC-11**” wykonanej w
Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych pod kierownictwem
Promotora dr hab. inż. Andrzeja LESKIEGO,

1. Wstęp

Recenzję tą, przesłanej do mnie w czerwcu 2022 rozprawy doktorskiej wykonałem na podstawie zlecenia Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych w Warszawie – dr inż. Grzegorza KOWALCZYKA, prof. ITWL, gdzie został otwarty przewód doktorski mgr inż. Marcina KURDELSKIEGO – promotor dr hab. inż. Andrzej LESKI. Zakres tematyczny przedstawionej do oceny rozprawy dotyczy problemu oceny zdolności eksploatacyjnej struktury samolotu PZL-130 Orlik, z wykorzystaniem nalotu ekwiwalentnego jako miary zasobu pracy odnoszącej się do warunków eksploatacji i uwzględniający intensywność eksploatacji samolotów w całym okresie użytkowania.

Zadanie postawione w rozprawie dotyczy możliwości ilościowego oszacowania przydatności struktury samolotu i tym samym zwiększenie lub zmniejszenie okresu bezpiecznego użytkowania statku powietrznego. Dzięki wdrażaniu nowoczesnych metod określania zużycia struktury, można osiągnąć wymierne efekty ekonomiczne i zwiększyć zapas bezpieczeństwa eksploatacji. Niektóre metody określenia trwałości struktury samolotu przedstawiono w niniejszej rozprawie.

Przedstawiona w pracy koncepcja wyznaczenia nalotu ekwiwalentnego została zastosowana do badań i rozważań nad przeprowadzonymi próbami zmęczeniowymi. Próby zostały wykorzystane jako wzorzec do oszacowania obciążeń eksploatacyjnych i obliczeń

nalotu ekwiwalentnego samolotu PZL-130. Przedstawiona w rozprawie metodologia pozwala na pewne uogólnienie trwałości zmęczeniowych i właściwości eksploatacyjnych.

Zawarte w rozprawie zagadnienia dotyczą struktury konkretnego samolotu (typu) i możliwości oszacowania powstających uszkodzeń zmęczeniowych na podstawie analizy występujących krytycznych przeciążeń występujących w różnych fazach lotu.

Współczesne działania operacyjne i szkoleniowe opierają się na założeniach wykorzystania statku powietrznego w szerokim spektrum manewrów co pociąga za sobą występowanie dużych, często cyklicznych obciążeń struktury. Powyższe uwarunkowania wymuszają na sprzęcie wojskowym – samolotach, konieczność utrzymania wysokiego poziomu gotowości do zastosowania w programach szkoleniowych i niezawodności w trakcie realizacji zadań (przeloty, pokazy). W pracy zwrócono uwagę na istotny problemem w oszacowaniu rzeczywistego zużycia struktury z uwagi na występujące przeciążenia a nie tylko godzinowy nalot. Szczególną uwagę zwrócono na kształtowanie czasu dopuszczenia do użytkowania w aspekcie niezawodności i intensywności eksploatacji.

Autor, w recenzowanej przeze mnie rozprawie podejmuje jedno z zadań przebadania wpływu intensywności przeciążeń struktury, zamiany ich na nalot ekwiwalentny, co jego zdaniem zapewnia niezawodną realizację specyficznych zadań związanych ze szkoleniem na samolotach PZL – 130 Orlik.

Autor rozprawy doktorskiej w obszarze wykorzystania zasobu pracy struktury statku powietrznego dostatecznie dobrze motywuje problem główny rozprawy, tworząc przesłanki do spełnienia tezy i osiągnięcia celu głównego. Elementy te w rozprawie sformułowano i poddano analizie teoretycznej oraz weryfikacji empirycznej. Takie określenie zadań w tej rozprawie, w odniesieniu do aktualnych badań stawia podjęty problem badawczy, jako oryginalne ujęcie zagadnienia oraz przedstawia dostateczny stopień analiz.

Podsumowując wstęp stwierdzam, iż temat podjęty przez Autora jest aktualny zarówno naukowo jak też i aplikacyjnie. Jednym z efektów wykonanej pracy są korzyści ekonomiczne zastosowania proponowanych rozwiązań w rozwijanych i wdrażanych systemach monitorowania oraz zarządzania eksploatacją statków powietrznych.

2. Opis treści rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Marcina KURDELSKIEGO liczy łącznie 97 stron, zawiera wykaz skrótów i skrótowców, spis symboli i oznaczeń, wprowadzenie, 5 rozdziałów merytorycznych, podsumowanie i kierunki dalszych badań. Praca zawiera 37 rysunków przedstawiających schematy i wykresy oraz 12 tabel zawierających zestawienia wyników nalotów ekwiwalentnych i przykładów obciążeń, zestawienia wyników obliczeń i podsumowanie. Bibliografia stanowi zbiór 109 pozycji literaturowych w tym 13 publikacji Autora i współautorstwo artykułów (pozycje [9,10,11,17,18,19,20,55,98,99,105]).

Praca zawiera streszczenia w języku polskim i angielskim.

Treść recenzowanej rozprawy doktorskiej złożona jest w typowy układ dla prac mających charakter studium metod i badań konstrukcji mechanicznych.

W pracy opisano przeprowadzone badania na rzeczywistym obiekcie a także badania stanowiskowe w laboratorium. Przedstawiono wyniki i wysnuto wnioski.

We wstępie Autor przybliży niektóre pojęcia dotyczące współczesnych metod określania trwałości struktury statków powietrznych. Uzasadnia iż zmęczenie materiałów jest głównym czynnikiem ograniczającym trwałość elementów konstrukcyjnych samolotu. Przedstawia rys historyczny rozpoczęcia niezbędnych badań oraz rozważań teoretycznych dotyczących zagadnień związanych z powstawaniem uszkodzeń na skutek długiej eksploatacji wysoko obciążonych elementów konstrukcji mechanicznych nie tylko w lotnictwie.

Zwraca uwagę na niezbędną poprawę parametrów taktyczno-technicznych a przede wszystkim niezawodność techniki lotniczej. Opisuje instytucje które podjęły się skoordynowanych prac nad badaniami trwałości poszczególnych elementów płatowca. Korzystając ze zgromadzonej wiedzy w raportach opracowanych dla samolotów PZL-130 Orlik oraz oprogramowania przeprowadził badania dzięki którym określono kryteria oceny wskaźników wykorzystania zasobów pracy samolotów.

W rozprawie Autor powołuje się między innymi na publikacje Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, który w długoletniej działalności stworzył Polską Szkołę Niezawodności. Autor opisuje rolę i znaczenie badań niezawodnościowych w eksploatacji. Zamieszczone w pracy powołania, cytaty i wykresy z analizowanej literatury świadczą o przeprowadzonych

przez autora studiach nad tematyką i są dobrym podłożem do syntezy oraz opracowania własnych sposobów przeprowadzenia badań.

Rozdział pierwszy – Miary i metody określenia zużycia statku powietrznego – jest opisem stosowanych w badaniach trwałościowych metod. Autor wyszczególnia przyjęte w literaturze szerokie spektrum czynników wpływających na trwałość nie tylko konstrukcji. Wyszczególnia między innymi trwałość księgową czy ekonomiczną?? Podkreśla jednak, iż niniejsza praca skupia się na trwałości płatowca – która to właściwość jest jedną z kluczowych w eksploatacji statku powietrznego. Pokazany schemat wyboru zasad koncepcji eksploatacji (przytoczony z literatury) uzmysławia czytelnikowi tok postępowania w inspekcji i badaniach struktur lotniczych.

Podrozdział – zmęczenie materiału jako główny czynnik ograniczający trwałość statku powietrznego – przedstawia schemat typowej misji lotniczej a także rodzaje obciążeń występujące w jej trakcie.

Rozdział drugi – Teza i cel pracy - to postawienie tezy rozprawy doktorskiej o skondensowanej treści:

„Nalot ekwiwalentny jest lepszą miarą wykorzystania zasobu pracy struktury statku powietrznego niż godziny lotu” . Autor syntetycznie (na dwóch stronach) przedstawia postawioną przez siebie tezę z uzasadnieniem oraz cel pracy. Jako główny cel i powód prowadzenia badań przyjmuje „opracowanie metody pozwalającej na opis tempa wyczerpania się zasobu pracy struktury samolotu”. Skrótowo przedstawił cele cząstkowe które pozwoliły osiągnąć cel główny – wyznaczenie trwałości i wzorcowych obciążeń w oparciu o próby zmęczeniowe.

Rozdział trzeci to szczegółowa definicja oraz koncepcja nalogu ekwiwalentnego dla samolotów PZL-130 .

Autor schematycznie pokazuje i opisuje strukturę samolotu wymieniając podstawowe materiały z których zaprojektowano i wykonano węzły siłowe samolotu PZL-130 Orlik. Przedstawił także charakterystyki samolotu na podstawie dostępnych materiałów. W

podrozdziale opisał koncepcję wyznaczenia nalotu ekwiwalentnego. Z dostępnej literatury wyznaczył profil obciążeń eksploatacyjnych dla samolotu. Porównał średnie profile użytkowania dwóch wersji samolotu TC-I i TC-II oraz wyznaczył udział procentowy kategorii lotów w profilu obciążeń. Opisał przygotowanie samolotu do lotów doświadczalnych z rozmieszczeniem czujników pomiarowych (tensometrów) na strukturze płatowca. Pokazał także sposób skalowania aparatury pomiarowej zamontowanej na samolocie badawczym. Loty doświadczalne posłużyły autorowi do opracowania testu dowodowego który przeprowadził na stanowisku testowym w laboratorium. Wyniki przeprowadzonych testów umieścił na wykresach i w tabelach. Rezultatem badań jest krzywa zmęczeniowa S-N dla struktury skrzydła i statecznika poziomego. W końcowej części rozdziału Autor zdefiniował współczynnik intensywności użytkowania i ekwiwalentną godzinę lotu.

Rozdział czwarty to przykład zastosowania obliczeń nalotu ekwiwalentnego dla samolotów PZL-130.

W tabelach i na wykresach Autor zestawiał naloty dla samolotów i porównał je z nalotami ekwiwalentnymi. Wszystkie te prace są ważne w procesie optymalizacji zarządzania flotą samolotów przeznaczonych do wykonywania zadań szkoleniowych, pokazów i przelotów. Na podstawie tych danych z dużym prawdopodobieństwem ocenić można stopień zużycia konkretnego statku powietrznego. Wykresy słupkowe pokazują jak bardzo może się różnić ocena wg nalotu i nalotu ekwiwalentnego. W podsumowaniu rozdziału Autor uzasadnia wybranie lokalizacji do oceny w powołaniu na przyjętą metodykę badawczą.

Rozdział piąty to podsumowanie i sugerowane przez Autora kierunki dalszych badań. Opisuje cel pracy i wykorzystane dane do osiągnięcia pozytywnego rezultatu. Pokazuje także – zdaniem Autora – jakie mogą być dalsze badania w tym kierunku oraz możliwości wdrożenia wyników pracy.

3. Ocena wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej

W mojej, subiektywnej ocenie podejmowanie badań nad podwyższaniem niezawodności eksploatacyjnej a w szczególności nad badaniami trwałości konstrukcji stanowi ważny problem we współczesnych uwarunkowaniach użytkowania sprzętu lotniczego.

Tak więc, wykonane badania i prace w ramach realizacji ocenianej przeze mnie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Marcina KURDELSKIEGO są w pełni uzasadnione. Z przedstawionej powyżej charakterystyki poszczególnych rozdziałów pracy wynika, iż rozprawa cechuje się niezbędnymi elementami oryginalności. Treści ocenianej rozprawy są zgodne z jej tytułem, a układ pracy ze spisem treści (z niewielkimi redakcyjnymi odstępstwami), oznaczeniami i kolejnymi rozdziałami które są poprawnie nazwane i dają przejrzysty obraz wiedzy w nich zawartej. Literatura zamieszczona w rozprawie jest dobrana odpowiednio do tematu i zakresu poruszanych problemów. Ilość pozycji jest dostateczna i zawiera aktualne pozycje z ostatnich lat. Autor również powołuje się na prace starsze, a liczne cytowania innych autorów ze znanych ośrodków naukowo-badawczych zajmujących się problematyką poruszaną w rozprawie doktorskiej, świadczy o dobrym poznaniu przez Autora problemów związanych z badaniem trwałości, niezawodności statków powietrznych.

Przedstawiony w rozprawie przebieg i realizacja badań wykazuje, że Autor posiada dostateczny zasób wiedzy merytorycznej niezbędnej do prowadzenia samodzielnych badań naukowych.

4. Uwagi krytyczne i pytania

Pozytywna ocena rozprawy doktorskiej w zakresie celu i tezy, przyjętych metod badawczych, przeprowadzonych badań, osiągniętych rezultatów i wysnutych wniosków, wynika z całościowej oceny pracy. Jednakże w recenzowanej rozprawie, moim zdaniem, Autor nie uniknął błędów stylistycznych np. (str. 6 ostatni akapit) , językowych np. (str. 12 konflikty a transport) , . W niektórych miejscach opisów Autor używa określeń potocznych . Są to jednak drobne niedoskonałości, których uniknięcie w tego typu opracowaniach jest trudne.

Uwagi ogólne:

- tezę pracy należało umieścić na początku rozprawy;
- niejasno opisana metoda Rain Flow str. 31.
- mało czytelny wykres – rys. 37 – zestawienie?

Uwagi szczegółowe i pytania:

1. Brak w spisie treści nazwy rozdziału 1 (str. 16).
2. Brak w spisie treści podrozdziału 1.3 (str. 33).
3. Wykres rys.4 – uboga skala osi pionowej.
4. Wykresy rys. 10,11,12,19 – oś pozioma brak jednostek?
5. Rys. 21 anglojęzyczne (level) ?
6. Rys. 22 jak wybrano miejsca obliczeniowe? uzasadnienie
7. W streszczeniach polskim i angielskim brakuje tematu rozprawy.
8. Proszę uzasadnić wybór miejsca naklejenia tensometrów?
9. Proszę wyjaśnić przytoczone w pracy pojęcia „trwałość księgową i ekonomiczną”?

5. Wnioski końcowe recenzowanej rozprawy doktorskiej

Recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska Pana mgr inż. Marcina KURDELSKIEGO ze względu na opracowanie metody określania zasobu pracy dla struktury statku powietrznego oraz podniesienia niezawodności sprzętu, wpisuje się dobrze w aktualne potrzeby modernizowanych Sił Zbrojnych RP. Uważam, iż praca ta może być dalej rozwijana i wspomagać logistykę użytkowania statków powietrznych.

Pozytywna ocena pracy w zakresach postawienia, sformułowania i opisu problemu badawczego, realizacji badań, ich poprawność oraz pozytywne wyniki całej pracy wskazują na zaangażowanie Autora w tematykę związaną z eksploatacją samolotów wojskowych. Wkład doktoranta w realizację prac badawczych oraz poprawne powiązanie problemów optymalnej eksploatacji połączonej z niezawodnością pozwala stwierdzić, iż recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska:

- zawiera praktyczne i sprawdzone przez Autora zagadnienia naukowe z obszaru wyznaczenia trwałości struktury statku powietrznego;

- wykazuje umiejętności i wiedzę doktoranta w posługiwaniu się nowoczesnymi metodami badawczymi i technologiami pomiarowymi;
- jest własnym, autorskim dziełem doktoranta;
- przekonuje mnie, iż doktorant przygotowany jest do samodzielnego rozwiązywania problemów naukowych z dyscypliny „Budowa i eksploatacja maszyn” – obecnie zwanej „Inżynieria mechaniczna”.

Należy również stwierdzić, iż w pracy wykazano postawioną tezę, która brzmi:

„Nalot ekwiwalentny jest lepszą miarą wykorzystania zasobu pracy struktury statku powietrznego niż godziny lotu”.

Oznacza to, iż wdrożenie sposobów badań trwałości i wyznaczenie nalotu ekwiwalentnego metodą zaproponowaną przez doktoranta pozwoli na optymalizację planowych działań floty samolotów PZL-130 Orlik.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w rozumieniu art. 13.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, (Dz. U. nr 65 poz. 595 ze zm.: Dz. U. nr 164, 2005 r., poz. 1365 i Dz. U. nr 84, 2011 r., poz.455) i w związku z tym stawiam wniosek o dopuszczenie doktoranta mgr inż. Marcina KURDELSKIEGO do publicznej obrony recenzowanej rozprawy doktorskiej pt.: **„NALOT EKWIWALENTNY JAKO MIARA WYKORZYSTANIA ZASOBU PRACY NA PRZYKŁADZIE STRUKTURY SAMOŁOTU PZL-130 ORLIK TC-11”.**



.....
Dr hab. inż. Krzysztof SZAFRAN