

Warszawa 26 styczeń 2021

płk dr hab. inż. Przemysław Simiński, prof. WITPiS
Wojskowy Instytut Techniki Panczernej i Samochodowej
Ul. Okuniewska 1, 05-070 Sulejówek
przemyslaw.siminski@witpis.eu
tel.226811021

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mjr. mgr. inż. Mariusza Michalskiego pt.: „Metoda oceny niezawodności wybranych lotniczych maszyn komutatorowych”
opracowana na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych z dnia 08.01.2021.

1. Ocena wyboru problematyki rozprawy

Rozprawa doktorska mjr. mgr. inż. Mariusza Michalskiego swoją tematyką obejmuje bardzo istotne zagadnienia z punktu widzenia eksploatacji statków powietrznych. Zagadnienia te mają również istotne znaczenia dla bezpieczeństwa tych maszyn i zarazem ich załóg. Rozprawa dotyczy niezawodności maszyn komutatorowych. Statki powietrzne należą do skomplikowanych maszyn, gdzie nawet niewielkie gabarytowo i kosztowo, podsystemy mają wpływ na bezpieczeństwo lotu i załogi. Bardzo ważne jest dotarcie do ważnych elementów w konstrukcji i rozwiązania naukowego problemu, a zrazem wyzwania w optymalnej eksploatacji. Uważam, że realizacja rozprawy doktorskiej o określonej tematyce wymaga bardzo specjalistycznej i ukierunkowanej wiedzy zakresu budowy statków powietrznych. Ponadto ocena niezawodności wymagała opanowania adekwatnego aparatu matematycznego oraz zaprojektowania i zrealizowania odpowiednich badań eksperymentalnych i w konsekwencji analiz zgromadzanego materiału wynikowego. Podejmowaną tematykę rozprawy oceniam jako bardzo interesująca, specjalistyczną i wystarczająco złożoną, co nadaje jej cechy dysertabilności. Zakres pracy powoduje, że mieści się ona w zakresie dyscypliny inżynieria mechaniczna. Założony zakres pracy jest wystarczający do wykazania umiejętności samodzielnego rozwiązywania problemów naukowo-

badawczych, co jest podstawowym wymogiem stawianym przed pracami doktorskimi. Ponadto realizacja wybranej tematyki rozprawy przyczynia się do znacznego poszerzenia stanu wiedzy o aspekty poznawcze oraz elementy oceny niezawodności maszyn komutatorowych, co pozwala na wypracowanie adekwatnego systemu eksploatacji i w efekcie podniesienie jakości statków powietrznych.

2. Ocena struktury, strony metodycznej rozprawy oraz uwagi ogólne

Praca stanowi oryginalny utwór naukowy. Całość opracowania obejmuje 246 stron dwustronnego wydruku w formacie A4. W strukturze rozprawy znajduje się: streszczenie w języku polski oraz angielskim, wykaz najważniejszych oznaczeń, skrótów i symboli, 11 głównych rozdziałów, wykaz tabel, dwa załączniki (obliczenia numeryczne, dane o lotach śmigłowca SW-4) oraz literatura.

Wykorzystana bibliografia liczy 117 pozycji, wśród których znajdują się przede wszystkim artykuły naukowe i monografie uzupełnione o 30 pozycji, które stanowią instrukcje branżowe i karty katalogowe. Wykorzystanie źródeł jest prawidłowe. Wskazane pozycje są liczne i aktualne.

Pracę rozpoczyna rozdział pierwszy, czyli wstęp, w którym Doktorant wprowadza czytelnika w problematykę eksploatacji statków powietrznych oraz szczególnych wymagań niezawodnościowych dla tych obiektów. Wymagania te mają odbicie w konstrukcji systemów i podsystemów statków powietrznych.

Rozdział drugi to opis przeznaczenia lotniczych maszyn komutatorowych, zasady ich działania oraz uogólniony schemat instalacji elektrycznej. Autor przedstawia także rozmieszczenie źródeł energii w statkach powietrznych. Rozdział zawiera również analizę statystyczną niezawodności i bezpieczeństwa śmigłowca SW-4, eksploatowanego w 4. Skrzydle Lotnictwa Szkolnego. Analizę wykonano na podstawie zweryfikowanych danych zgromadzonych w systemie informatycznym TURAWA i SAMANTA. W analizie wykorzystano dane zawarte w „Ewidencji zdarzeń lotniczych zaistniałych w 4. SLSz”, informacje uzyskane podczas kontaktów roboczych ze służbą inżynieryjno-lotniczą i personelem latającym jednostki eksploatującej śmigłowiec, specjalistami zakładów remontowych oraz materiałów badań Komisji Badania Wypadków Lotniczych Lotnictwa Państwowego. Z analizy wynika, że awarie maszyn komutatorowych stanowią znaczny udział. Niejasna jest podstawa stwierdzenia, że niesprawności wynikają z procesu starzenia i zużywania.

Rozdział trzeci został poświęcony na sformułowanie tezy pracy, która brzmi następująco: „Metoda oceny niezawodności i trwałości lotniczych maszyn komutatorowych

umożliwia ich racjonalną eksploatację według stanu technicznego”. Do celu pracy określono jej cele:

- opracowanie matematycznego modelu przebiegu procesów starzenia i zużywania lotniczych maszyn komutatorowych na podstawie parametrów diagnostycznych dostępnych w procesie eksploatacji śmigłowca SW-4;
- wyznaczenie niezawodności i trwałości szczotek prądorozrusznika dla śmigłowca SW-4 za pomocą opracowanego modelu matematycznego;
- określenie wartości niezawodności i trwałości łożysk prądorozrusznika na podstawie rzeczywistego profilu temperaturowego dla śmigłowca SW-4;
- weryfikacje strategii sterowania procesem eksploatacji na podstawie otrzymanych obliczeń w zakresie niezawodności i trwałości prądorozrusznika.

W rozdziale czwartym przedstawiono informacje o diagnozowaniu maszyn komutatorowych. Przedstawiono w nim modele probabilistyczne do opisu niezawodności i trwałości maszyn komutatorowych. Przedstawiono i omówiono struktury niezawodnościowe typu szeregowego, równoległego i mieszanego.

Rozdział piąty jest poświęcony zjawiskom i procesom powodującym starzenie lotniczych maszyn komutatorowych. Skupiono się na analizie procesów powodujących uszkodzenie łożysk maszyn komutatorowych oraz przyczynie zużywania się szczotek maszyn komutatorowych. Ponadto w rozdziale tym przeprowadzono analizę eksploatacji maszyn komutatorowych zabudowanych na śmigłowcu SW-4 w tym prądorozrusznika typu 200SGL129Q.

Rozdział szósty została przedstawiona metoda pomiaru i obliczania zużycia długości szczotki prądorozrusznika jaka jest wykonywana podczas realizacji obsługi okresowych. Na podstawie danych pozyskanych z procesu eksploatacji zostały wyznaczone charakterystyki zmian długości poszczególnych szczotek prądorozrusznika w funkcji czasu.

Rozdział siódmy przedstawia metodę prognozowania niezawodności i trwałości lotniczych maszyn komutatorowych na przykładzie prądorozrusznika 200SGL129Q. Przedstawiona w tym rozdziale metoda pozwala na prognozowanie zmian parametru diagnostycznego jakim jest zużycie szczotek prądorozrusznika. Przedstawiono matematyczny sposób wyznaczania funkcji gęstości zmian parametru diagnostycznego, rozkładu czasu przekraczania stanu granicznego oraz niezawodności i trwałości maszyn komutatorowych w aspekcie zmian parametru diagnostycznego.

Rozdział ósmy poświęcony został zagadnieniom związanym z szacowaniem trwałości szczotek prądorozrusznika 200SGL129Q. Omówiona została estymacja parametrów rozkładu prawdopodobieństwa z wykorzystaniem funkcji wiarygodności oraz

funkcja gęstości czasu przejścia wartości narastającego parametru diagnostycznego przez stan graniczny. Na podstawie danych uzyskanych z procesu eksploatacji prądorozruszników wyznaczono charakterystyki funkcji niezawodności czasu oraz funkcji gęstości czasu przekraczania stanu granicznego przez parametr diagnostyczny. Przedstawiono metodę najmniejszych kwadratów, która posłużyła do obliczenia teoretycznej długości szczotki po przepracowaniu 1000 godz. oraz teoretycznego czasu bezpiecznej eksploatacji szczotek prądorozrusznika.

Rozdział dziewiąty rozprawy opisuje metodę szacowania trwałości prądorozrusznika na podstawie profilu lotu. Rozdział zawiera opracowany średni profil lotu śmigłowca SW-4 na podstawie danych uzyskanych z rejestratora lotu oraz średni profil temperaturowy dla śmigłowca SW-4.

W rozdziale dziesiątym analizowano przede wszystkim system eksploatacją prądorozrusznika. Autor wykazał, poprzez analizę uzyskanych wyników niezawodności całego prądorozrusznika, zasadność implementacji strategii eksploatacji według stanu technicznego dla prądorozrusznika 200SGL129Q.

Kończący część merytoryczną rozdział jedenasty zawiera podsumowanie rozprawy.

3. Ocena merytoryczna i uwagi szczegółowe

Oceniana rozprawa ma charakter analityczno-badawczy. Prowadzone przez Doktoranta obliczenia, wskazują na bardzo dobrą znajomość aparatu matematycznego w tym statystyki. Doktorant wykazał się również bardzo dobrą znajomością zagadnień eksploatacyjnych w zakresie śmigłowców SW-4. Główne elementy pracy to przede wszystkim analiza materiałów źródłowych w postaci rzeczywistych danych eksploatacyjnych. Analityczne podejście przejawia się przez całą treść rozprawy. Doktorant uczynił walor z analizy statystycznej, która w prowadzonych rozważaniach, ułatwiła mu stawianie własnych osądów i wniosków, co dobrze świadczy o samodzielności naukowej w tym zakresie. Notatka rozprawy jest napisana językiem świadczącym o wysokim poziomie erudycji. Lekturę i przyswajanie treści ułatwia bogaty materiał ilustracyjny, będący własnymi opracowaniami w postaci wykresów.

Ocenę elementów naukowych rozprawy, jako szczególnego dorobku Doktoranta chciałbym podsumować w następujących punktach:

- Rozwiązanie problemu naukowego przy pomocy adekwatnych naukowych metod;
- Umiejętności analityczne w tym analizy statystycznej;
- Opanowanie na wysokim poziomie aparatu matematycznego związanego z niezawodnością;
- Pozyskanie nowej wiedzy poznawczej;

- Opracowanie metody oceny, której dotychczas nie było w praktyce eksploatacyjnej określonej jednostki prądtwórczej.

W tak obszernym i trudnym w analizie i interpretacji materiale, Doktorant nie ustrzegł się kilku niejasności, które nasuwają się podczas lektury i które wymagają ustosunkowania się Doktoranta, dla lepszego odbioru pracy:

1. Jednym z głównych celów rozprawy jest opracowanie modelu matematycznego przebiegu procesów starzenia i zużywania lotniczych maszyn komutatorowych. Proszę o przedstawienie: danych wejściowych, założeń upraszczających i danych wyjściowych opracowanego modelu matematycznego.
2. Proszę o doprecyzowanie znaczenia tezy rozprawy. Jak należy rozumieć „metoda oceny...umożliwia ich racjonalną eksploatację według stanu technicznego”?
3. Proszę o szersze wyjaśnienie zrealizowanej adaptacji wybranej metody do oceny niezawodności i trwałości szczotek prądorozrusznika na podstawie zmian wartości parametrów diagnostycznych dostępnych w procesie eksploatacji. Jaka metoda wybrano do adaptacji i na czym polegała ta adaptacja?
4. „Modele probabilistyczne, które zostały opracowane do procesów zużywania i starzenia można racjonalnie wykorzystać do praktycznej weryfikacji danych diagnostycznych.” Proszę o wyjaśnienie czy nie powinno być odwrotnie?
5. Producent prądorozrusznika zgodnie z dokumentacją techniczną określa dokonanie sprawdzenia długości szczotek prądorozrusznika po 500 godzinach pracy. Co w praktyce zmienia proponowany zapis „sprawdzenie stanu i obliczenie żywotności szczotek należy dokonać po 500 godzinach pracy podczas najbliższej obsługi okresowej.”
6. Proszę wyjaśnić w jakich warunkach środowiskowych pracują prądorozruszniki i jaki jest wpływ tych warunków na niezawodność.
7. Jakie wnioski nasuwają się z analizy rozmieszczenia lotniczych maszyn komutatorowych?
8. Czy w przedstawionej w rozdziale 2.6 analizie uszkodzeń uwzględniono przyczyny takie jak: błędy montażowe, błędy konstrukcyjne, wady materiałowe?
9. Na str. 37 stwierdzono, że niesprawność wynika z procesów starzenia i zużywania, jakie wyniki analizy skłoniły Doktoranta do takiego stwierdzenia?

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowaną rozprawę doktorską oceniam pozytywnie, ponieważ Autor w rozprawie właściwie zrealizował w zaplanowanym zakresie określony problem naukowy z wykorzystaniem wiedzy teoretycznej i właściwej metodologii badawczej. Praca mjr. mgr. inż. Mariusza Michalskiego posiada zatem cechy właściwie przeprowadzonej pracy naukowej.

Wniosek końcowy

Uważam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mjr. mgr. inż. Mariusza Michalskiego spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą Ustawę o tytule naukowym i stopniach naukowych z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. nr 65 poz.595), dlatego wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Naukową Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych.

