

Wpłynęło dnia 7.06.2019
l. dz. 233

dr hab. inż. Zbigniew Matuszak, prof. AM w Szczecinie

dom: 71-040 SZCZECIN
ul. gen. Okulickiego 167A
tel. +48 505088867

praca: Instytut Eksploatacji
Siłowni Okrętowych
Akademia Morska
70-500 SZCZECIN
ul. Wały Chrobrego 1-2
tel. 91 480 9414

e-mail: z.matuszak@am.szczecin.pl



Szczecin, 20.05.2019

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr. inż. Konrada Marszałkowskiego

pt. „Modelowanie procesów energetycznych w obrotowym układzie mechanicznym dla potrzeb diagnozowania zmęczenia okrętowych wałów napędowych”

*Podstawa opracowania: pismo Dziekana Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa,
dr hab. inż. Janusza Kozaka, prof. PG, l. dz. WOiO 152/2019.*

Wprowadzenie

Praca dotyczy zagadnień związanych z diagnostyczną oceną jakości informacji diagnostycznych dostarczanych ogólnie przez obrotowy układ mechaniczny, którym w opisywanej pracy jest okrętowy wał napędowy. Ze względu na szczególne usytuowanie okrętowego wału napędowego, jego długość oraz możliwe nie zawsze sztywne podparcie, charakter pracy wału, szczególnego znaczenia nabiera analiza uszkodzeń zmęczeniowych wału. Szczególne znaczenie w przypadku wałów okrętowych mają obciążenia cykliczne, zmęczeniowe, mogące wywoływać defekty w sieci krystalicznej materiału wału.

Znaczne wymiary okrętowego wału napędowego, indywidualny charakter każdego zamontowanego na statku wału wymaga zastosowania możliwie najprostszej, ale wiarygodnej oceny stanu technicznego wału.

Praca podejmuje zagadnienia mające na celu wyznaczenie granicznej trwałości zmęczeniowej wału okrętowego wybranymi metodami diagnostycznymi, na podstawie identyfikacji procesów energetycznych i analizy, jaką niosą: diagnostyczny sygnał drganiowy; sygnał emisji akustycznej oraz obraz promieniowania podczerwonego.

Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska mgr. inż. Konrada Marszałkowskiego pt. „Modelowanie procesów energetycznych w obrotowym układzie mechanicznym dla potrzeb diagnozowania zmęczenia okrętowych wałów napędowych” zawiera 144 strony, na które składają się:

- pięć numerowanych rozdziałów merytorycznych, *Wstęp*, *Przegląd literatury specjalistycznej* oraz *Zakończenie*;
- wykaz ważniejszych oznaczeń;
- literatura;
- załącznik.

We *Wstępie* - dokonano w początkowej części ogólnego wprowadzenia do tematyki rozprawy. Wspomniano o znaczeniu układu napędowego do zapewnienia ruchu statku. Przytaczając kilka pozycji literaturowych zwrócono uwagę na sposoby utrzymania maszyn w ruchu, w tym na istniejące komputerowe systemy diagnostyczne służące do nadzoru systemów i urządzeń siłowni. Podkreślono znaczenie zmiennych cyklicznych naprężeń wałów, mających wpływ na uszkodzenia zmęczeniowe wałów okrętowych jak i na występowanie procesów drganiowych. W końcowej części podkreślono, że najważniejsze jest diagnozowanie zmęczenia wałów okrętowych.

W *Przeglądzie literatury specjalistycznej* zaprezentowano dotychczasowy opis badania wałów napędowych, podkreślając niewielką liczbę publikacji nt. zagadnień zmęczeniowych okrętowych wałów napędowych. Podkreślono, że w pracy analizowane będą wały okrętowe statków morskich specjalnego przeznaczenia, z kilkoma lub kilkunastoma wałami napędowymi.

Na podstawie dokonanej analizy literaturowej tematu rozprawy, autor sformułował problem badawczy, też rozprawy oraz cele rozprawy doktorskiej.

W rozdziale pierwszym przedstawiono analizę procesów energetycznych występujących w obrotowym układzie mechanicznym, jakim jest okrętowy wał napędowy. Zaprezentowano podstawowe układy napędowe charakteryzując ich cechy i schematy. Rozdział kończy prezentacja uproszczonego schematu energetycznego okrętowego zespołu napędowego.

Rozdział trzeci prezentuje zagadnienia związane z ze zużyciem zmęczeniowym okrętowych wałów napędowych. Zawiera ilustrację fotograficzną przypadków uszkodzeń zmęczeniowych wałów. Zawarto w nim również opis sił i momentów działających na okrętowy wał napędowy. W końcowej części rozdziału scharakteryzowano uszkodzenia zmęczeniowe wału. W rozdziale trzecim opisano zagadnienia związane z diagnostyką eksploatacyjną okrętowych wałów napędowych. Zawarto w nim również opis uszkodzeń eksploatacyjnych wałów i przyczyny powstawania uszkodzeń zmęczeniowych wałów okrętowych. Znaczą część rozdziału zawiera opis pomiarów współosiowości linii wałów. Końcowa część rozdziału opisuje pomiary drgań wału i analizę tych drgań.

Rozdział czwarty zawiera opis badań modelowych wału napędowego. Najbardziej obszerny rozdział zawiera szereg modeli wału napędowego do badań modelowych: model fizyczny i matematyczny, model procesów energetycznych i do obliczeń drgającego giętnie wału. W końcowej części rozdziału scharakteryzowano badania statystyczne: eliminacyjne i identyfikacyjne parametrów wymuszających opisujących proces zmęczenia wału napędowego.

W rozdziale piątym scharakteryzowano metodyki diagnozowania zmęczenia okrętowych wałów napędowych. Rozdział ten zawiera oryginalną metodykę badań zaproponowaną przez autora.

W *Zakończeniu* opisano prace wykonane w ramach rozprawy. Podkreślono możliwości dalszych badań i kierunki badań.

Literatura rozprawy zawiera 192 pozycje (w tym pięć stron internetowych), w znacznej większości ściśle związanych z tematem rozprawy.

Załącznik stanowi zgrabne uzupełnienie treści zawartych w rozprawie.

Ocena sformułowania problemu badawczego oraz tezy i celów pracy

Problem właściwego ustawiania wałów napędowych jednostek pływających jest cały czas aktualny, a szczególnie dotyczy dużych jednostek. Tak więc opracowanie chociaż części tego trudnego zagadnienia zasługuje na uwagę.

Sformułowany problem badawczy: *Ponieważ bezpośrednia ilościowa i jakościowa ocena stanu zmęczenia mechanicznego materiału konstrukcyjnego wału napędowego w obrotowym układzie mechanicznym nie jest możliwa bez wyłączenia go z ruchu, zagadnienie jego diagnozowania staje się istotnym problemem eksploatacyjnym okrętowych układów napędowych* został postawiony właściwie.

Również cele rozprawy doktorskiej (s. 14) rozwijające problem badawczy zostały właściwie określone, jak i metoda rozwiązania procesu badawczego (s. 15 i 16).

Tezę rozprawy Autor rozprawy sformułował w następujący sposób: *Pierwotną przyczyną zmęczenia materiału i konstrukcji okrętowego układu napędowego w eksploatacji jest najczęściej utrata wymaganej współosiowości linii wałów napędowych. Ma to również swoje odzwierciedlenie w bilansie transformowanej i transmitowanej energii mechanicznej.*

Możliwe jest zatem wyznaczenie granicznej trwałości zmęczeniowej okrętowego wału napędowego na podstawie zmiennych stanu realizowanych procesów energetycznych w rozpatrywanym układzie, które stanowią będą bezpośrednio mierzalne symptomy diagnostyczne zmęczenie tego wału, obserwowane podczas jego użytkowania.

Recenzent uważa, że dla analizowanej pracy wystarczyłoby sformułowanie problemu badawczego i zadań szczegółowych oraz celów rozprawy.

Ocena merytoryczna rozprawy

Celem poznawczym rozprawy jest identyfikacja procesów energetycznych zachodzących w okrętowym układzie napędowym, poddanym utracie wymaganej współosiowości, mająca na celu wyznaczenie granicznej trwałości zmęczeniowej w warunkach eksploatacji

Struktura pracy jest przejrzysta i prawidłowa. Być może zyskałaby nieco jeszcze struktura, gdyby część Rozdziału 4. (kończącą) przeniesiono do rozdziału piątego.

Trzy pierwsze rozdziały, we właściwy sposób stanowią wprowadzenie do czwartego, merytorycznego rozdziału. Dokonują one wystarczającego wprowadzenia do rozdziału opisującego badania modelowe obrotowego zespołu napędowego.

Rozdział czwarty jak i piąty zawierają oryginalne treści i propozycje badawcze. W rozdziale 4. wykazano, że do budowy modelu trwałości wału napędowego nie jest konieczne uwzględnianie czynnika wymuszającego, jakim jest prędkość obrotowa. Wykazano również, że sygnałem zawierającym najwięcej informacji diagnostycznej jest sygnał emisji promieniowania podczerwonego.

Realizacja zadań rozprawy pozwoliła na opracowanie metodyki diagnozowania zmęczenia wałów w okrętowych układach napędowych.

Zaprezentowany w rozdziale czwartym i piątym sposób rozumowania i prezentowania wyników badań potwierdza dojrzałość badawczą Autora rozprawy.

Zawarte w *Zakończeniu* wnioski i stwierdzenia w skromny, ale wystarczający sposób opisują wykonane zadania badawcze. Wskazują też dalsze kierunki badań zaproponowane przez Autora.

Oceniając rozprawę, uważam, że jej merytoryczna treść podparta jest należyтым przygotowaniem teoretycznym a całość zilustrowana jest właściwie dobranym materiałem ilustracyjnym. Końcowe podsumowanie i propozycje dalszych badań wynikają logicznie z opisu zaprezentowanych przeprowadzonych badań.

Ocena strony edytorskiej rozprawy

Praca została wykonana zasadniczo starannie, jednak poniżej recenzent przedstawia kilka uwag, które mogą zostać potraktowane jako wskazówki w dalszych publikacjach Autora, a nie wpływają na ocenę merytoryczną pracy:

- w szeregu zależności matematycznych wskazane byłoby zamieszczenie jednostek technicznych poszczególnych wyrazów;
- w niektórych stwierdzeniach przejrzystej prezentowałyby się stwierdzenia, których przykładem jest niejasne sformułowanie ze strony 127: ...jako rezultatu przemiany energii mechanicznej na sposób ciepła pozwala w sposób najprostsz...

Uwagi dyskusyjne

Na podstawie całości treści pracy:

- Proszę o przykładowe zaproponowanie metody badawczej dla okrętowego wału napędowego połączonego z wolnoobrotowym silnikiem nawrotnym.

Podsumowanie

Na podstawie analizy przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej uważam, że:

- Autor dokonał trafnego wyboru tematyki swoich badań, a jej zakres spełnia wymagania stawiane pracom promocyjnym, gdyż praca stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego;
- rozprawa dobrze nawiązuje do aktualnej wiedzy i praktyki, wnosząc do nich nowe treści;
- cele pracy, w zakresie przyjętym przez Autora, zostały osiągnięte, gdyż zrealizowano postawione zadania szczegółowe, a prezentowane wyniki są uzyskane w poprawnie przeprowadzonej analizie symulacyjnej i eksperymencie czynnego i mogą służyć do dalszych prac;
- formalny układ jest prawidłowy;
- Autor, mgr inż. Konrad Marszałkowski, na podstawie zaprezentowanych treści rozprawy, posiada wiedzę teoretyczną, zdolności koncepcyjne oraz umiejętności niezbędne do samodzielnego rozwiązywania naukowych problemów badawczych

Uważam, że rozprawa mgr. inż. Konrada Marszałkowskiego pt. „Modelowanie procesów energetycznych w obrotowym układzie mechanicznym dla potrzeb diagnozowania zmęczenia okrętowych wałów napędowych” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w odpowiednich przepisach (aktualnie ustawa „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 roku, ze zmianami z dnia 18 marca 2011), a Autor może być dopuszczony do jej publicznej obrony.



Zbigniew Matuszak