

Szczecin, 5 marca 2020

Dr hab. inż. Wojciech Zeńczak, prof. ZUT

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Techniki Morskiej i Transportu

Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa i Energetyki

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa KOŁWZANA

pt.: **Model eksploatacji okrętowych pomocniczych kotłów opalanych z uwzględnieniem wymagań ochrony środowiska morskiego**

1. Podstawa opracowania recenzji

Pismo Dziekana Wydziału Mechanicznego Akademii Morskiej w Szczecinie Pana dr hab. inż. Zbigniewa Matuszaka, prof. AMS w Szczecinie nr DM/10/2020 z dnia 6 lutego 2020 r.

2. Charakterystyka ogólna pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska liczy 192 strony druku komputerowego, wraz ze spisem literatury i załącznikami. Spis literatury zawiera łącznie 214 pozycji, w tym jedną pracę autorską i 8 współautorskich Doktoranta. 28 pozycji stanowią internetowe źródła wiedzy, 26 pozycji poradniki i instrukcje producentów, 14 pozycji normy i 26 pozycji przepisy różnych konwencji, unijne oraz krajowe.

Integralną częścią pracy jest 5 załączników liczących razem 41 stron. Załączniki zawierają tabele dokumentujące dane i wyniki badań.

Rozprawa podzielona jest na 6 rozdziałów merytorycznych. Osobne rozdziały stanowią wstęp oraz podsumowanie wraz z wnioskami końcowymi. Materiały ilustracyjne, wykresy oraz tabele z wynikami badań zamieszczone w pracy, w większości w sposób poprawny, przedstawiają studia Doktoranta, które dotyczą zagadnień związanych z badaniem sygnału ciepłno- przepływowego oraz sygnału emisji szkodliwych produktów spalania paliwa w kotle.

Praca napisana jest w miarę poprawnym językiem, jednak nie zawsze precyzyjnym. Autor nie ustrzegł się drobnych błędów stylistycznych, tak zwanych „literówek” oraz

zbędnych opisów i podawania mało istotnych informacji. Układ pracy nie budzi istotnych zastrzeżeń. Chociaż pewnym mankamentem pracy jest odległe sformułowanie celu bo dopiero na str. 58 oraz brak tezy. Jest natomiast jasno sformułowany problem badawczy. Zasadniczo stosowane są, poza jednym przypadkiem (ciśnienie podawano w wielu miejscach w barach), jednostki układu SI. Pewien niedosyt stanowi przegląd literatury, który powinien zawierać analizę dokonań innych badaczy z zakresu problematyki pracy oraz metodyki badań, a także przedstawiona selekcja literatury uznanej przez Doktoranta za najważniejszą w zakresie modelowania oraz eksploatacji czy też dotyczącej projektowania, budowy i utrzymania kotłów. Szata graficzna jest staranna, a terminologia w większości poprawna.

3. Ocena podjętego tematu

Współczesne siłownie okrętowe wytwarzające energię mechaniczną na potrzeby napędu głównego, energię elektryczną i ciepło, zdominowane są przez silniki spalinowe oraz kotły. Podstawowym rodzajem stosowanego paliwa są nadal ropopochodne paliwa ciekłe – głównie olej opałowy. Spalanie tych paliw w silnikach a także w pomocniczych kotłach opalanych wiąże się jednak ze znaczną emisją toksycznych produktów spalania. W przypadku silników okrętowych poczyniono znaczne postępy w ograniczaniu tej emisji do atmosfery np. poprzez sterowanie procesem spalania lub instalowanie reaktorów katalitycznych. Wprowadzono także obowiązek stosowania na statkach paliw o niskiej zawartości siarki a także określania projektowego wskaźnika efektywności energetycznej (EEDI) dla nowych statków lub nieobowiązkowo, eksploatacyjnego wskaźnika efektywności energetycznej (EEOI) dla wszystkich statków, służące ograniczeniu emisji CO₂. Wymagania te objęły tym samym również kotły opalane, których stan techniczny i jakość eksploatacji mają wpływ na osiągnięcie korzystnych wartości wspomnianych wskaźników. Ta nowa sytuacja powinna mieć odzwierciedlenie w stosowanym modelu ich eksploatacji.

Dlatego uważam, że podjęty temat rozprawy polegający na opracowaniu modelu bezpiecznej eksploatacji okrętowych pomocniczych kotłów opalanych opartej na wiarygodnej ocenie stanu technicznego z równoczesnym spełnieniem aktualnych wymagań ochrony środowiska morskiego i dążeniem do uzyskania możliwie największej efektywności energetycznej, uważam za aktualny.

4. Analiza i ocena merytoryczna pracy

Analizując zawartość merytoryczną pracy można wyróżnić następujące elementy dysertacyjne:

- analizę problemu badawczego,
- opracowanie modelu eksploatacji okrętowych pomocniczych kotłów opalanych ,
- badania eksperymentalne i analizę wyników.

Tematyka recenzowanej pracy dotyczy ogólnie bezpieczeństwa eksploatacyjnego okrętowych pomocniczych kotłów opalanych. Można je osiągnąć dzięki zastosowaniu odpowiedniego modelu eksploatacji. Doktorant zaproponował model oparty na wiedzy teoretycznej, który zweryfikował później na obiektach rzeczywistych.

We wprowadzeniu do rozprawy Autor przedstawił zagadnienia poruszane w poszczególnych rozdziałach oraz uzasadnił konieczność przeprowadzenia analizy stanu eksploatacji pomocniczych kotłów opalanych jak i genezę wyboru tematu.

W rozdziale pierwszym Doktorant przedstawił analizę degradacji stanu technicznego kotłów okrętowych, w wyniku procesów spalania i zanieczyszczania powierzchni grzewczych a także omówił wpływ szkodliwych produktów spalania paliw w silnikach i kotłach okrętowych na zanieczyszczanie powietrza. Niestety dane dotyczące emisji są z poprzedniej dekady. Scharakteryzował również współcześnie stosowane strategie utrzymania urządzeń maszynowych i stosowania diagnostyki sygnałów procesu spalania paliwa w kotłach. Przeanalizował stan eksploatacji kotłów oraz zaprezentował dwa algorytmy podejmowania decyzji eksploatacyjnych, z których drugi rozszerzony jest o wymagania Załącznika VI do międzynarodowej konwencji MARPOL. Analiza literatury dotycząca problematyki pracy zamieszczona w tym rozdziale sprowadza się głównie do omówienia prac polskich autorów przy czym pominięto w tym niektóre ważne dla podjętej tematyki inne polskie czasopisma naukowe.

Współcześnie stosowane metody utrzymania stanu kotłów zgodne z obowiązującymi przepisami, zaleceniami producentów i strategią eksploatacji armatorów, zmierzającą przede wszystkim do zmniejszania zużycia paliwa, jako podstawowego składnika kosztów eksploatacji, Doktorant przedstawił w rozdziale drugim. Podkreślił konieczność spełnienia przez okrętowe pomocnicze kotły opalane zarówno wymagań bezpieczeństwa, jak i wymagań w zakresie ochrony środowiska morskiego z czym łączy się także poprawa efektywności energetycznej statków .

W rozdziale trzecim sformułowano problem badawczy, zidentyfikowano parametry sygnałów generowanych przez pomocnicze okrętowe kotły opalane oraz określono cel i zakres pracy.

Analizę matematyczną sygnałów kryterialnych modelu strategii eksploatacji Doktorant przedstawił w rozdziale 4. Zaproponował tu 3 modele matematyczne tj. model kryterium

bezpieczeństwa technicznego kotła oparty na parametrach ciepłno-przepływowych, model kryterium bezpieczeństwa ekologicznego kotła dla sygnału emisji szkodliwych produktów spalania paliwa oraz model kryterium efektywności energetycznej.

W rozdziale piątym Doktorant przedstawił analizę przedstawionych wyników badań eksperymentalnych identyfikacji sygnałów parametrów modelu eksploatacji, które zostały zrealizowane na statkach. W oparciu o te wyniki zweryfikowano parametry modeli i opracowaną strategię dynamicznego utrzymania kotłów. Analiza przebiegów poszczególnych sygnałów powinna być według mnie bardziej wnikliwa.

W rozdziale szóstym dokonano walidacji modelu eksploatacji okrętowego pomocniczego kotła opalanego, z uwzględnieniem eksploatacyjnego wskaźnika efektywności energetycznej EEOI, wykorzystując modele matematyczne przedstawione w rozdziale 4. Doktorant konkluduje, że opracowany model eksploatacji okrętowego opalanego kotła pomocniczego można uznać za spełniający wymagania modelowania w aspekcie zgodności parametrów modelu i wyników pomiarów.

Rozdział siódmy pracy zatytułowany „Podsumowanie i wnioski końcowe” stanowi głównie syntetyczne streszczenie poszczególnych rozdziałów. Doktorant rozważa też możliwości wdrożenia proponowanego modelu i widzi duże szanse na to w aspekcie ciągłego wzrostu wymagań w zakresie bezpieczeństwa technicznego i ekologicznego statków. Słusznie zauważa, że wskazane byłoby kontynuowanie prac nad przedstawionym modelem eksploatacji okrętowych pomocniczych kotłów opalanych m.in. z uwzględnieniem wprowadzania do żeglugi paliw alternatywnych. Można więc sadzić, że te zagadnienia będą przedmiotem dalszych badań Autora. Uważam, że określone przez autora, cele rozprawy zostały osiągnięte.

5. Uwagi szczegółowe

1. W wykazie zastosowanych pojęć i skrótów Doktorant nazywa MGO niewłaściwie. Powinno być „olej gazowy”.
2. Na str. 17 doktorant wymienia produkty spalania działające destrukcyjnie na stan techniczny. Dlaczego pominął sadzę?
3. Wydaje się, że na str. 19 przywołano niewłaściwą pozycję literatury tj. poz. 173.
4. W tabeli 1.1 przedstawiono już dosyć stare dane, bo według cytowanego źródła z 2006 roku, zaś według opisu nad tabelą z roku 2010. Co jest prawdą?

5. Tabele 1.4 i 1.5 są niepotrzebnie umieszczone w pracy tym bardziej, że mam zastrzeżenia co do uznania właśnie tych pozycji za najważniejsze. Wystarczyłoby je umieścić w spisie literatury.
6. Na rys. 4.1 w dekompozycji kotła zabrakło parownika, chyba ,że jest to kocioł wodny?
7. Na rys. 4.2 brak wyjaśnienia co to jest ΣS_i ? Nie ma też w spisie oznaczeń.
8. We wzorze 4.3 niepotrzebnie doktorant wprowadza w mianowniku strumień energii dostarczony z powietrzem. Przy takim podejściu, poza strumieniem energii chemicznej paliwa należałoby też wprowadzić strumień energii dostarczony z ze strumieniem masy paliwa.
9. Na wykresach w rozdz. 5 doktorant przedstawia ciśnienie w barach zamiast w paskalach
10. Jaki jest sens przedstawiania współczynnika nadmiaru powietrza w momencie kiedy dysza palnika nie podaje paliwa? (rys. 5.5 i .5.6)
11. Rys. 5.10 korelacja współczynnika nadmiaru powietrza i emisji CO wymaga wyjaśnienia. Gdy nadmiar powietrza rośnie powinna spadać zawartość CO co zresztą doktorant potwierdza na str. 94.
12. W wielu miejscach np. tytuły rozdziałów 5.4.1, 5.4.3 itd. Doktorant pomija istotne słowo „eksploatacyjnej”.
13. Niewłaściwy wniosek z rysunków 5.27 i 5.28. Wzrost współczynnika nadmiaru powietrza nie zmniejsza emisji CO₂ lecz jej udział.
14. Na str. 105 doktorant wyciąga wniosek z rys. 5.34, że najlepszą eksploatacyjną efektywność energetyczną wykazał statek A. Jest to błąd. Ten statek ma największą wartość wskaźnika EEOI, a to oznacza najgorszy wynik bo jest największa emisja CO₂.
15. W spisie literatury przy stronach internetowych nie podano daty dostępu.
16. Czy doktorant mógłby wyjaśnić dlaczego jego zdaniem dla potrzeb diagnostyki największą wartość informatyczną należy uznać parametry emisji CO, NO_x oraz SO_x?

6. Podsumowanie i konkluzja

Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością tematyki związanej z eksploatacją okrętowych opalanych kotłów pomocniczych. Zna bardzo dobrze konsekwencje niewłaściwej eksploatacji kotła i wie jak powinien wyglądać model poprawnej eksploatacji. Wykazał się umiejętnością modelowania procesu eksploatacji, przygotowania, przeprowadzenia

eksperymentu jak i odpowiednią analizą uzyskanych wyników co świadczy o Jego umiejętności prowadzenia pracy naukowej.

Zaprezentowane w rozprawie informacje są oryginalnym dorobkiem naukowym Doktoranta, a niektóre z rezultatów pracy mogą być wykorzystane w praktyce. Na uwagę zasługuje fakt, że zawarte w rozprawie wyniki zostały uzyskane w efekcie badań na rzeczywistych obiektach podczas ich codziennej eksploatacji na statku. Kandydat potrafi planować eksperyment i poprawnie zinterpretować wyniki uzyskane z eksperymentów. Wymienione niedociągnięcia przedstawione w recenzji pracy nie umniejszają jej wartości merytorycznej. Przewaga wartości poznawczych i merytorycznych nad niedociągnięciami jest znacząca i dlatego recenzowaną pracę oceniam pozytywnie.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że rozprawa pt.: ***”Model eksploatacji okrętowych pomocniczych kotłów opalanych z uwzględnieniem wymagań ochrony środowiska morskiego”*** mgr inż. **Krzysztofa Kołwzana** spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i w Ustawie z dnia 3 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



dr. hab. inż. Wojciech Zeńczak, prof. ZUT