

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Sylwestra Trzebińskiego
pt. „Optymalizacja efektywności energetycznej elektrowni okrętowej
z wykorzystaniem pompy ciepła”

Promotor: kmdr dr hab. inż. Grzegorz Grzeczka

Promotor pomocniczy: kmdr dr inż. Bogdan Pojawa

Podstawa opracowania:

Recenzję opracowano na podstawie Uchwały nr 3/2022 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Federacji Akademii Wojskowych z dnia 10 stycznia 2022 r. W ocenie rozprawy zostały przyjęte kryteria, wynikające z obowiązującej Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. Ust. 65. Poz. 595 z późniejszymi zmianami) stawiane pracom doktorskim.

1. Charakterystyka ogólna rozprawy

Treść pracy zawarta jest na 158 stronach, w ośmiu rozdziałach oraz zawiera w tych stronach Bibliografię, streszczenia w języku polskim i angielskim, wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń. Zawiera 80 rysunków i 29 tabeli ilustrujących treści zawarte w pracy.

Rozprawa zredagowana jest w klasyczny sposób. Zawiera osiem zasadniczych rozdziałów.

Treść rozprawy jest zgodna z jej tematem. Tytuły rozdziałów i podrozdziałów dają syntetyczny pogląd na zawarte w nich treści. Kolejne rozdziały i ich treści tworzą układ właściwy dla rozprawy naukowej.

Rozprawę rozpoczyna rozdział pt. „Wprowadzenie i geneza problemu badawczego” w którym przedstawiono rys historyczny pomp ciepła oraz przedstawiono sformułowany problem badawczy: **„Czy możliwe jest zastosowanie w układzie energetycznym jednostki pływającej pompy ciepła mogącej wykorzystać ciepło niskotemperaturowe wód**

morskich oraz ciepło odpadowe pochodzące z chłodzenia silnika, aby zwiększyć efektywność energetyczną elektrowni okrętowej i zredukować jej wymaganą moc efektywną". W dalszej części rozdziału przedstawiono cele rozprawy: naukowy i użyteczny.

Rozdział 2. pt. „Analiza wiedzy z zakresu tematu” stanowi w rzeczywistości przegląd literatury tematu pracy jak i zawiera treści i materiał ilustracyjny przybliżający zasadę pracy pomp ciepła. Rozdział kończy postawiona hipoteza rozprawy: **„Możliwe jest zastosowanie pompy ciepła w systemie klimatyzacji okrętowej wykorzystującej energię niskotemperaturową wody morskiej oraz ciepło odpadowe w celu zwiększenia efektywności energetycznej elektrowni okrętowej”** którą poprzedzają pytania szczegółowe dotyczące celu pracy przedstawionego w rozdziale pierwszym.

W Rozdziale 3. pt. „Program i metodyka badań własnych” scharakteryzowano obiekt badań – układ energetyczny elektrowni okrętowej kutra raketowego projektu 660M o wyporności 333 ton, metodykę badań przyjętą w rozprawie, założenia do budowy modelu jak i matematyczny model okrętowej pompy ciepła w aplikacji Matlab/Simulink.

Rozdział 4. pt. „Badania symulacyjne efektywności energetycznej elektrowni okrętowej z wykorzystaniem modelu matematycznego okrętowej pompy ciepła” zawiera materiał ilustrujący symulację funkcjonowania okrętowej pompy ciepła na podstawie rzeczywistych parametrów otoczenia pracy siłowni kutra.

Rozdział 5. pt. „Optymalizacja modelu matematycznego pompy ciepła” prezentuje przyjęte w rozprawie kryteria optymalizacji zastosowania pomp ciepła na jednostce pływającej. Kryteria optymalizacji dotyczą efektywności energetycznej, niedoboru mocy pompy ciepła oraz obszarów optymalizacji.

W Rozdziale 6. pt. „Analiza ekonomiczna i ekologiczna zastosowania pompy ciepła na jednostce pływającej” zamieszczono analizę efektów ekonomicznych powstałych w wyniku zastosowania na jednostce pływającej okrętowej pompy ciepła.

W końcowych dwóch rozdziałach, siódmym – „Wnioski” i ósmym – „Kierunki dalszych badań” podkreślono zrealizowanie zadań badawczych i celu pracy oraz przedstawiono ogólne możliwe kierunki dalszych badań nad problematyką zawartą w rozprawie.

Bibliografia rozprawy zawiera 92 pozycje, publikowane zarówno w polskich jak zagranicznych czasopismach. Jej zakres jest wystarczający i prawidłowo dobrany.

Rozprawa jest napisana poprawnym językiem polskim, a użyte w rozprawie terminy i wyrażenia są zgodne z aktualnie obowiązującym słownictwem w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska posiada strukturę typową dla prac teoretyczno-doświadczalnych złożoną z analizy literatury, celu i zakresu pracy, metodyki badań, wyników badań i symulacji oraz wniosków, a przyjęty tytuł rozprawy doktorskiej odzwierciedla w pełni problematykę pracy.

Wybór tematu rozprawy uważam za w pełni uzasadniony z naukowego punktu widzenia a także ze względu na perspektywy użytkowe.

Autor rozprawy zaproponował model matematyczny okrętowej pompy ciepła umożliwiający analizę efektywności energetycznej elektrowni okrętowej oraz jej optymalizację. Model opracowano uwzględniając specyfikę okrętowego środowiska pracy i rzeczywistych temperatur występujących w środowisku siłowni okrętowej i jej otoczenia. Może on być wykorzystywany dla dowolnej jednostki pływającej ze względu na możliwe konfiguracje parametrów cieplnych i przepływowych obiegu termodynamicznego okrętowej pompy ciepła.

Realizacja rozprawy doktorskiej wykazała, że dla przyjętego modelu matematycznego, parametrów pracy siłowni okrętowej istnieje możliwość znacznego zmniejszenia udziału mocy grzewczej w mocy elektrowni okrętowej zarówno podczas postoju analizowanego okrętu w porcie jak i podczas pływania w morzu. Na podkreślenie zasługuje opracowanie współczynników efektywności energetycznej (COP) pompy ciepła (rozdział 3. i 4.) w funkcji jej mocy oraz parametrów wody morskiej i wody odpadowej.

W rozprawie dokonano analizy optymalizacji mocy okrętowej pompy ciepła wg przyjętych kryteriów określając jej moc na podstawie parametrów pracy siłowni okrętowej i jej otoczenia.

Istotnym podsumowaniem rozważań nt. efektywności energetycznej zastosowania okrętowej pompy ciepła jest analiza ekonomiczna i ekologiczna (rozdział 6.), która jednoznacznie uzasadniła celowość zastosowania okrętowej pompy ciepła w siłowni okrętowej i potwierdziła sformułowaną hipotezę rozprawy iż „**Możliwe jest zastosowanie**

pompy ciepła w systemie klimatyzacji okrętowej wykorzystującej energię niskotemperaturową wody morskiej oraz ciepło odpadowe w celu zwiększenia efektywności energetycznej elektrowni okrętowej”.

Recenzent uważa, że rozprawa zyskałaby nieco na wartości, gdyby rozpatrzono w niej zastosowanie okrętowej pompy ciepła do procesu chłodzenia.

3. Uwagi szczegółowe

W recenzowanej pracy występują pewne niedociągnięcia edycyjne i niejasności, jak i stosowanie w niektórych miejscach potocznego żargonu technicznego. Nie obniżają one naukowej wartości rozprawy jako całości.

Na przykład:

- mało czytelna zawartość tabel 3.6 (s. 77) i 4.11 (s.118);
- ta sama numeracja tabeli (4.13) na s. 119 i s. 123;
- „przeskok” z rys. 5.3 od razu do rys. 5.5 (s. 133-134)...

Analizując treść rozprawy, pojawia się zasadnicze pytanie, mogące stanowić ramy naukowej dyskusji:

- w jaki sposób i czy można dokonać analizy zastosowania pompy ciepła jako elementu układu chłodzenia w systemie klimatyzacji jednostki pływającej?

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Sylwestra Trzebińskiego stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wnosi naukową wartość dodaną do zagadnień związanych z dziedziną nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Rozprawa doktorska zawiera wszystkie elementy niezbędne do jej pozytywnej oceny. Zaliczam do nich analizę materiałów źródłowych, związanych z przedmiotem badań, jasne sformułowanie własnej problematyki badawczej i wynikających z niej celów badawczych i celów pracy oraz konsekwentne wykonywanie zadań badawczych, zgodnie z przyjętymi zasadami metodologii realizacji pracy naukowo-badawczej.

Praca posiada prawidłową strukturę, jest logiczna metodologicznie i spójna merytorycznie. Jest napisana poprawnym i komunikatywnym polskim językiem technicznym. Ocena warsztatu

badawczego Doktoranta jest pozytywna i zasługuje na uznanie za umiejętność stosowania dojrzałość w środków badawczych, co umożliwi Mu swobodne działanie w zakresie badań doświadczalnych i symulacyjnych. Przejawia się w tym dojrzałość naukowa Doktoranta i Jego przygotowanie do samodzielnej pracy badawczej. Przedstawione w pracy uwagi krytyczne nie obniżają jej oceny i powinny przyczynić się do doskonalenia warsztatu naukowego Doktoranta.

Recenzowana praca ma istotną wartość poznawczą i praktyczną i wnosi znaczące treści do problematyki badania efektywności energetycznej siłowni okrętowych. Autor wskazał na opłacalność stosowania okrętowych pomp ciepła w siłowniach okrętowych.

Na podstawie recenzowanej rozprawy mogę stwierdzić, że mgr inż. Sylwester Trzebiński zaprezentował się, jako dojrzały pracownik naukowy, w pełni przygotowany do pracy badawczej. Doktorant wykazał się w szczególności znajomością specjalistycznych zagadnień szczególnie z zakresu efektywności energetycznej siłowni okrętowych.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Sylwestra Trzebińskiego pt. „Optymalizacja efektywności energetycznej elektrowni okrętowej z wykorzystaniem pompy ciepła” spełnia wymagania ustawy o stopniach i tytule naukowym (Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789)) oraz Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668, z późn. zm.) i Art. 179 ust. 7 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669, z późn. zm.), wnosi istotny wkład do dyscypliny naukowej „inżynieria mechaniczna” i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

