

Dr hab. inż. Krzysztof Dudzik, prof. UMG
Katedra Materiałów Okrętowych i Technologii Remontów
Wydział Mechaniczny
Uniwersytet Morski w Gdyni
Morska 81-87
81-225 Gdynia

Gdynia, dnia 22.10.2023 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Tomasza Piaseckiego

pt.:

„Diagnozowanie modułu zaworowego wysokociśnieniowych pomp płuczkowych stosowanych na pływających platformach wiertniczych”

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest uchwała Senatu Politechniki Morskiej w Szczecinie z dnia 21.06.2023 r.

WSTĘP

Uzależnienie współczesnej gospodarki światowej od pochodnych ropy naftowej i gazu ziemnego jest przyczyną poszukiwań złóż tych surowców w coraz trudniejszych warunkach. Złóża łatwo dostępne są już eksploatowane lub nawet wydobycie zostało w nich zakończone. To zmusza koncerny paliwowe do poszukiwań złóż zarówno na lądzie jak i w dnie morskim, gdzie proces wydobycia jest wielokrotnie bardziej złożony niż w przeszłości. Takie działania wymagają wysoko zaawansowanej technologii zarówno pod kątem poszukiwań złóż jak i prowadzonych następnie wierceń geologicznych. Proces wiercenia otworu w dnie morskim jest wciąż udoskonalany. Standardowo stosowane są w tym celu wysokociśnieniowe pompy płuczkowe, najczęściej tłokowe. Wymagają one używania specjalnych płynów wiertniczych, tzw. płuczek, charakteryzujących się wysoką gęstością. Pompy płuczkowe, przetłaczające płuczki z platformy wiertniczej w kierunku dna odwiertu są głównym elementem układu funkcjonalnego wspomnianej platformy. Trudne warunki pracy są przyczyną degradacji poszczególnych elementów całego układu pompowego. Elementami szczególnie narażonymi na uszkodzenia są zawory tłoczne i ssące.

Coraz wyższe wymagania stawiane obecnie wszystkim gałęziom przemysłu, dotyczące niezawodności i bezpieczeństwa pracy, wymuszają stosowanie coraz doskonalszych układów monitorowania stanu maszyn i urządzeń. Przeszłość maszyn, szczególnie wynikający z ich awarii generuje ogromne koszty. Jednak zdecydowanie większe znaczenie ma aspekt bezpieczeństwa załogi obsługującej te urządzenia. To wszystko jest powodem stosowania odpowiednio

dobrych narzędzi diagnostycznych dających możliwie najbardziej wiarygodne wyniki. Pozwalają one, wraz z doświadczeniami eksploatacyjnymi, prognozować stan maszyn i urządzeń w celu unikania możliwości występowania stanów awaryjnych podczas ich pracy.

Na dzień dzisiejszy nie ma jednej, bezinwazyjnej metody diagnozowania pomp płuczkowych, dającej jednoznaczną odpowiedź na to w jakim jest ona stanie technicznym. Obecnie możemy zaobserwować dynamiczny rozwój zarówno systemów pomiarowych, jak również cyfrowych technik przetwarzania zarejestrowanych przez te systemy sygnałów. Wymagamy od takich systemów możliwie największej niezawodności i wiarygodności. Ciągłe udoskonalanie już istniejących technik pomiarowych oraz opracowywanie nowych wraz z rozwojem metod interpretacji uzyskanych wyników jest bezdyskusyjnie celowe.

Ogromny postęp techniki komputerowej w ostatnich latach umożliwił obróbkę i interpretację sygnałów rejestrowanych podczas monitorowania m.in. pracy urządzeń. Jedną z metod nieniszczących (NDT) oceny stanu technicznego maszyn i urządzeń jest metoda emisji akustycznej. Zgodnie z definicją emisja akustyczna jako zjawisko fizyczne to zanikająca fala sprężysta, będąca efektem gwałtownego wyzwolenia energii nagromadzonej w materiale przez propagujące mikrouszkodzenia w materiale lub przez proces (np. tarcie). Emisja akustyczna jako metoda jest zaliczana do metod pasywnych o bardzo wysokiej czułości. Bodźcem wywołującym wyzwolenie energii i powstawanie fal sprężystych może być działanie obciążenia, środowiska czy zmiana temperatury, a procesy, którym towarzyszy emisja akustyczna to zmiany zarówno w skali mikro, jak i makro, m.in.: pęknięcia, tarcie, odkształcenia plastyczne, korozja, nieszczelności, itd. Wspomniana wysoka czułość emisji akustycznej daje ogromne możliwości co do rejestracji sygnałów generowanych przez poszczególne komponenty pompy płuczkowej. Jednocześnie utrudnia to analizę uzyskanych w ten sposób danych. Trudność stanowi interpretacja sygnałów wynikająca z dużej liczby rejestrowanych zmiennych i parametrów je opisujących. Kluczowym jest wybór danych przeznaczonych do dalszej analizy oraz określenie zakresów zmian rejestrowanych parametrów, pod kątem ich przydatności diagnostycznej.

Opracowanie technologii pomiarowej wykorzystującą metodę emisji akustycznej, z późniejszą akwizycją danych i ich analizą, z pewnością będzie miało znaczny wpływ na zwiększenie niezawodności monitorowanej w ten sposób pompy płuczkowej. Tematyka rozprawy podjęta przez doktoranta jest w tym aspekcie aktualna o niewątpliwie dużym potencjale użytkowym. Ewentualnym kolejnym kierunkiem rozwoju takiego systemu może być uproszczenie procedury badawczej, tak aby możliwe było jej wykorzystanie przez personel o niższych kwalifikacjach.

STRUKTURA PRACY

Praca składa się ze wstępu, siedmiu rozdziałów, podsumowania z wnioskami oraz z bibliografii. Całość uzupełnia spis rysunków i tabel oraz streszczenia w języku polskim oraz angielskim. Praca zawarta na 128 stronach stanowi logiczną całość. Bibliografię zawierającą 131 pozycji literaturowych, aktualnych i ściśle związanych z obszarem naukowym pracy, należy uznać za poprawną i właściwą tematycznie. W bibliografii Doktorant przytoczył cztery publikacje, których był współautorem.

We wstępie Autor przedstawił stan aktualnej wiedzy na temat przemysłu wydobywczego ropy naftowej i gazu ziemnego ze wskazaniem problemów eksploatacyjnych dotyczących pomp płuczkowych. Wskazał też na swoje doświadczenie zawodowe związane z tą właśnie branżą, co stanowiło jego inspirację do podjęcia tematu dysertacji.

Rozdział pierwszy zawiera charakterystykę procesu wiertniczego ze wskazaniem na rodzaje platform wiertniczych i występujących w nich układach. Wyjaśnione jest tu pojęcie płuczki oraz wskazane są jej zadania.

Rozdział drugi stanowi charakterystykę pomp płuczkowych. Przedstawiono budowę i zasadę działania poszczególnych ich elementów. Opisano dynamikę zarówno układu tłokowo-korbowego jak również kompletnego bloku zaworowego.

W rozdziale trzecim Doktorant, na podstawie dostępnej literatury i własnych obserwacji, wskazał rodzaje uszkodzeń pomp płuczkowych, skupiając się przede wszystkim na przepływowym module zaworowym. Scharakteryzował czynniki zewnętrzne i wewnętrzne mające wpływ na uszkodzenia zaworów tłoczno-ssących. Dodatkowo przeprowadził analizę tych uszkodzeń. Rozdział podsumował przedstawieniem danych eksploatacyjnych dotyczących rzeczywistej wymiany zaworów w porównaniu do zaleceń ich producenta.

W czwartym rozdziale doktorant sformułował cel i tezę pracy:

Istnieje możliwość określenia związków diagnostycznych pomiędzy sygnałem emisji akustycznej a wczesnym stadium niesprawności układu zaworowego wysokociśnieniowej pompy płuczkowej. W podsumowaniu rozdziału przedstawił zwięźle zakres pracy.

Rozdział piąty przedstawia charakterystykę wybranych metod diagnostycznych stosowanych do identyfikacji stanu technicznego maszyn ze wskazaniem pomp płuczkowych. Autor opisał stosowaną powszechnie metodę stetoskopową oraz dającą potencjalnie wielkie możliwości metodę emisji akustycznej. Na podstawie wybranych kryteriów oceny porównał metodę stetoskopową, stacjonarną i mobilną wersję emisji akustycznej. Wyniki przedstawił w postaci tabelarycznej oraz graficznej wskazując metodę emisji akustycznej w formie

przenośnej, jako optymalnej pod kątem zastosowania do monitorowania stanu bloku zaworowego pomp płuczkowych.

W rozdziale szóstym Doktorant zdefiniował pojęcie emisji akustycznej. Przedstawił jej podstawy teoretyczne, scharakteryzował rodzaje sygnałów i deskryptory najczęściej stosowane do ich opisu. Przedstawił podstawowe rodzaje fal sprężystych i ich propagację w materiałach. Całość uzupełnił informacjami dotyczącymi czujników służących do rejestracji sygnałów EA. Te informacje wykorzystał do stworzenia toru pomiarowego wykorzystanego w badaniach. Dobrał czujnik i rodzaj cieczy sprzęgającej. Przed przystąpieniem do badań przeprowadził wzorcowanie czujnika dobierając odpowiednią metodę.

Główną część pracy stanowi rozdział siódmy, w którym Doktorant przedstawił wyniki badań przeprowadzonych w warunkach rzeczywistych, zarówno morskich jak i lądowych. Wskazał ograniczenia wybranych miejsc pomiarowych wraz z wynikami uzyskanymi w tych właśnie miejscach. Zarejestrowane sygnały poddał analizie. Najlepsze efekty uzyskał dokonując dekompozycji falkowej sygnałów z wykorzystaniem falki Haar. Doktorant udowodnił w ten sposób możliwość wykrycia niesprawności zaworu na początkowym etapie jego uszkodzenia.

Ostatni rozdział pracy stanowi podsumowanie wraz z jasno sformułowanymi wnioskami.

UWAGI KRYTYCZNE

1. W tytule pracy jest wskazane, że dotyczy ona pomp płuczkowych stosowanych na pływających platformach wiertniczych, podczas gdy badania prowadzono zarówno na platformach pływających jak i na lądowych. W mojej ocenie niepotrzebnie Autor precyzował rodzaj tych platform we wspomnianym tytule dysertacji.
2. Brak wykazu symboli użytych w pracy. Nie jest to konieczne ale mogłoby stanowić ułatwienie dla czytelnika rozprawy.
3. Drobne literówki, np. na stronie 12 jest: „wiążę się” - powinno być: wiąże się.
4. Str. 16. „Wykazano, że materiały poliuretanowe poprawiają odporność na wytłaczanie i ścieranie aż o 300%” - Doktorant wcześniej opisuje inne rodzaje materiałów stosowanych w przeszłości na wkładki zaworowe ale nie do końca z tego wynika, względem jakiego materiału ostatecznie o te 300% ta poprawa nastąpiła.
5. Str. 17, jest: „odpowiednio” – powinno być: odpowiednie.
6. Str. 17. „elastomerowe zawory uszczelniające mają tę zaletę, że nie wymagają odpornych na korozję metali ani stali dla korpusów zaworów lub materiałów gniazd” –

Proszę o wyjaśnienie. W czasie pracy dochodzi do kontaktu materiału korpusu zaworu z agresywnie działającymi substancjami, jak choćby płuczka, woda chłodząca, gazy przedostające się z odwiertu, itp. Brakuje informacji z jakiego materiału te korpusy są wykonywane i ewentualnie jaka może być dla tych materiałów alternatywa.

7. Str. 18, Rys. 2.3. Na rysunku przedstawiono widok zaworu i jego przekrój. Warto było wyszczególnić je jako a) i b) oraz opisać to w podpisie.
8. Str. 21. Brak wyjaśnień użytych skrótów fpm oraz gpm. To samo dotyczy opisu osi na Rys. 2.7 na str. 23 (GPM). Poza tym raz te skróty są pisane małą literą a innym razem wielką.
9. Str. 24, brak wyjaśnienia skrótu ppg – zarówno w tekście jak i na Rys. 2.9. Poza tym to nie jest jednostka obowiązującego układu SI.
10. Str. 24, jest: „różnych” – powinno być: różnych.
11. Str. 25, jest: ”linie” -powinno być: linię.
12. Str. 26, Rys. 2.12. Podpis pod rysunkiem: „Zachowanie się zaworu ssącego w czasie przetłaczanie płuczki z pęcherzykami powietrza” – skąd pewność, że to pęcherzyki powietrza? Przecież to mogą być pęcherzyki np. par cieczy powstałe w wyniku kawitacji. Bezpieczniej by było napisać z pęcherzykami gazów. Szczególnie, że Doktorant w tekście poprzedzającym rysunek wskazuje na możliwość występowania w płuczce np. metanu.
13. Str. 26, Rys. 2.13 – zarówno w podpisie rysunku jak i w tekście Doktorant wskazuje, że przedstawia przekrój pompy. Tymczasem to jest jej widok.
14. Str. 27, Rys. 2.14 – jednostki w opisach osi nie są zgodnie z układem SI.
15. Str. 31 – Jest: „Symulacje zostały przeprowadzone w różnych kombinacjach przy użyciu różnych sprężyn zaworowych o różnym współczynniku” – brak informacji jaki współczynnik Doktorant miał na myśli. Powinno to być jasno sprecyzowane.
16. Str. 31, Rys. 2.18 – osie są opisane po polsku a linie na wykresach po angielsku. Praca jest pisana w języku polskim i dotyczy to jej wszystkich elementów.
17. Str. 31. Jest: „Wynik pomiarowy (rys. 2.19) rejestrowano za pomocą oscylografu. Przyspieszenie wynosi zero w wartości szczytowej wzniosu przy kącie 97°OWK” – brakuje informacji dlaczego ten punkt nie przypada na 90°OWK.
18. Str. 33. Jest: „silnikami elektrycznymi prądu zmiennego AC/DC” – skoro jest napisane, że to silniki prądu zmiennego to DC jest niepotrzebne.
19. Str. 35. Jest: „W przypadku gdy jest on czasowo dłuższy, powierzchnia tulei zaczyna korodować oraz rozpoczyna się proces powolnej destrukcji starzeniowej i osłabienie

oddziaływania pomiędzy chromowaną warstwą a podłożem metalowym tulei.”
Po pierwsze można by było zrobić z tego dwa zdania co poprawiłoby tą wypowiedź od strony stylistycznej. Po drugie brakuje informacji z jakiego konkretnie materiału jest wykonana tuleja oraz w jaki sposób była nałożona powłoka chromowa.

20. Str. 36. Jest: „żywność” – powinno być: trwałość.
21. Str. 38, Rys. 3.7 – brak zaznaczonej osi symetrii.
22. Str. 39, jest: „zabrudzany” – powinno być: zabrudzony.
23. Str. 40, Rys. 3.8 – brak osi symetrii w elementach stanowiących bryły obrotowe.
24. Str. 41. Jest: „W końcowej fazie zamknięcia zawór osiada w gnieździe dwie metalowe powierzchnie stykają się ze sobą, **gdy**.” Ostatnie słowo nie jest potrzebne.
25. Str. 41. Jest: „W tym momencie występują tak zwane **uderzenia udarowe**” – to takie masło maślane. Wystarczyłoby uderzenia lub ewentualnie obciążenia udarowe.
26. Str. 43, Rys.3.11 – opis rys.: „Widok naprężenia powstającego na powierzchni uszczelniającej” – na rysunku jest przedstawiony półprzekrój zaworu i gniazda z zaznaczonym kierunkiem działania sił pochodzących od ciśnienia płuczki. Nie widać tu naprężenia.
27. Str. 43, wzór (3.1) – brak przecinka za wzorem.
28. Str. 43. Literówka, jest: „działające” – powinno być: działającym.
29. Str. 44. „Jednoczesny przepływ czynnika roboczego oraz ruch stożkowej powierzchni przylgowej (w obecności rozdrobnionych cząstek piasku oraz dodatków chemicznych zawartych w płuczce) powoduje szlifowanie metalowych powierzchni gniazda zaworowego i zaworu.” – ten opis to prawie definicja erozji a Doktorant wskazuje na szlifowanie.
30. Str. 44, Rys. 3.12 i 3.13 – opisy na rysunkach powinny być po polsku.
31. Str. 45, Rys.3.14 – opisy na rysunkach powinny być po polsku.
32. Str. 46. Jest: „Często występują ślady oddziaływania dwóch (lub większej **ilości**) czynników jednocześnie.” – Skoro te czynniki są policzalne to nie ilość a liczba.
33. Str. 46. Jest: „żywność” – powinno być: trwałość.
34. Str. 46 i 47, Rys.3.15 i 3.16 – opisy na rysunkach powinny być po polsku (tu są trochę po polsku, trochę po angielsku).
35. Str. 49, Rys. 3.20 – opis rysunku: „Erozyjne niszczenie gniazda oraz wkładki elastomerowej” – widok zniszczeń, bo tu widzimy już efekt tego procesu.
36. Str. 50, Rys. 3.22 – na wcześniejszych rysunkach podział a), b), c) był z nawiasami a tu jest bez. W całej pracy powinno to być ujednolicone.

37. Str. 50. Jest: „(piaski, kwarc, **opilki żelaza**, dodatki chemiczne dodawane do płuczki).” – dlaczego tylko żelaza?
38. Str. 52, Rys. 3.24 – opisy powinny być po polsku. Na osiach nie ma wartości. Są w tabeli poniżej ale byłoby czytelniej gdyby chociaż orientacyjna wartość była od razu widoczna. „Żywotność” powinna być zamieniona na trwałość.
39. Str. 53. Cele cząstkowe wyszczególnione w punktach powinny zaczynać się małą literą.
40. Str. 54. Zakres badań – poszczególne punkty powinny zaczynać się małą literą.
41. Str. 54. Jest: „AM w Szczecinie” – powinno być: PM w Szczecinie.
42. Str. 54. Jest: „sensorów EA” – powinno być: czujników EA.
43. Str. 55. Jest: „nie efektywnymi” – powinno być: nieefektywnymi.
44. Str. 61. Doktorant wskazał wyeliminowanie metody EA P (przenośnej) zamiast EA S (stałej).
45. Str. 63. Jest: „Emisja akustyczna to rozprzestrzeniające się fale sprężyste które, dzięki stosunkowo wysokiej częstotliwości, tworzą swoisty rodzaj filtra, dzięki czemu do czujnika dochodzi jedynie sygnał związany bezpośrednio z badanym procesem.” – proszę wyjaśnić o co tutaj chodzi. Przecież to nie badany proces ani metoda emisji akustycznej filtrują sygnał. On dochodzi do czujnika w całości (oczywiście w zależności od odległości i współczynnika tłumienia zależnego od rodzaju materiału).
46. Str. 69. Jest: „na głębokości $0,2\lambda$ ” – brak wyjaśnienia w tekście symbolu λ .
47. Str. 69. Błąd stylistyczny. Jest: „dyspersją rozumianą zjawisko...” – powinno być: dyspersją rozumianą jako zjawisko...
48. Str. 70. Brak przecinków po wzorach (6.1-6.4).
49. Str. 71. Literówka. Jest: “Pysical Acoustic Corporation” – powinno być: Physical Acoustics Corporation. Na kolejnych stronach jest błędnie przywoływana nazwa firmy – powinno być: Physical Acoustics Corporation
50. Str. 72, Tab. 6.3 Pasma przenoszenia – „to” powinno być przetłumaczone na „do”. Co oznacza zakres częstotliwości DC to 50 [MHz]?
51. Str. 73. Jest: „Akademii Morskiej w Szczecinie” – powinno być: Politechniki Morskiej.
52. Str. 76, Rys. 6.14. Zaznaczenie na zdjęciu miejsca mocowania czujnika poprawiłoby jego czytelność.
53. Str. 77. Jest: „Sign al to noise Ratio” – powinno być: Signal to noise Ratio.
54. Str. 77, Rys.6.15. opisy na rysunku powinny być przetłumaczone na język polski. Dobrze, że chociaż są wyjaśnione w opisie.
55. Str. 79-83, Rys. 6.17-6.21 – słabo widoczne opisy osi na wykresach.

56. Str. 84. Literówka. Jest: „propozycja” – powinno być: propozycją.
57. Str. 84. Jest: „zaprojektowany w AM” – zapewne jest to prawdą ale należałoby już stosować nową nazwę Uczelni.
58. Str. 84. Jest: „Pierwsze urządzenie do rejestracji sygnałów EA (zaprojektowany w AM) zasilane było z czterech standardowych akumulatorów typu AA.” – na rys. 6.25 widoczne jest zastosowanie 5 akumulatorów. Czy to błąd czy na zdjęciu jest nowsza wersja urządzenia pomiarowego?
59. Str. 87. Literówka. Jest: „podzieli” – powinno być: podzielić.
60. Str. 88. Jest: W laboratorium Katedra Elektrotechniki i Energoelektroniki Akademii Morskiej w Szczecinie – powinno być: W laboratorium Katedry Elektrotechniki i Energoelektroniki Politechniki Morskiej w Szczecinie.
61. Str. 89-90. Jest: „metoda Hsu-Nilsena” – powinno być: Hsu-Nielsena.
62. Str. 90. Jest: „0.5 mm” – powinno być: 0,5 mm (praca pisana w języku polskim).
63. Str. 98. Literówka. Jest: „duża” – powinno być: dużą.
64. Str. 98. Jest: „ilość łączy” – powinno być: liczba łączy.
65. Str. 99 literówki w opisie rysunków. Jest: „położenie” – powinno być: położenia.
66. Str. 100 i 102, Rys. 7.9 i 7.11 – nieczytelne opisy osi na wykresach.
67. Str. 103. Jest: „ilość części” – powinno być: liczba części.
68. Str. 104. Literówka. Jest: „bloki” – powinno być: blokiem.
69. Str. 105. Jest: „made by NOV” – powinno być przetłumaczone na język polski.
70. Str. 105, Rys. 7.14 – nieczytelne opisy osi.
71. Str. 106, opis rys. 7.15 – jest: „magnitude” – powinno być przetłumaczone.
72. Str. 108. Jest informacja, że badania przeprowadzono dwoma urządzeniami pomiarowymi: zbudowanym w PM oraz komercyjnym PAC. Szkoda, że wyniki badań nie zostały zaprezentowane w pełni również z systemu PAC, co pozwoliłoby porównać uzyskane wyniki.
73. Str. 108. W mojej ocenie brakuje konkretnego wskazania tych deskryptorów, które wskazują na występowanie uszkodzenia zaworu (zaworów) pompy. Najlepiej gdyby udało się określić jakieś graniczne ich wartości. Proszę o komentarz.
74. Str. 109. Literówka. Jest: „prace” – powinno być: pracę.
75. Str. 109. Jest: „opracowano udoskonalony algorytm procesu wiertniczego z wyszczególnieniem pracy pomp płuczkowych z tzw. ciągłym dozowaniem (monitorowaniem)” – to chyba trochę na wyrost. Z pracy doktorskiej nie wynika, że

opracowano jakiś nowy algorytm procesu wiertniczego a jedynie zaproponowano system jego monitorowania.

76. Str. 110. Jest: „Zaprezentowane przenośne urządzenie do diagnostyki pomp, wykorzystujące techniki pomiarowej EA, może być stosowane do identyfikacji błędów pracy, niezawodności mechatronicznych obiektów morskich i lądowych.” – To zdanie jest napisane w sposób niezrozumiały. Tu doktorant zbyt wiele myśli na raz chciał przekazać, na dodatek w jednym zdaniu. Rozdzielenie zarówno zdania jak i myśli przewodniej ułatwiłoby zrozumienie co Autor ma na myśli.

77. Str. 111-119. Niepotrzebnie stosowany symbol „&” w bibliografii.

OPINIA O PRACY

Autor dysertacji podjął się zbadania trudnego problemu diagnozowania stanu technicznego układu zaworowego pomp płuczkowych stosowanych w przemyśle wydobywczym ropy naftowej i gazu ziemnego. Inspiracją podjęcia się tą tematyką były doświadczenia zawodowe Doktoranta w jego pracy zawodowej na statkach wiertniczych. Stosowane powszechnie metody diagnostyczne nie są wystarczająco skuteczne dlatego obserwuje się ciągły rozwój w tym zakresie. Propozycja zastosowania metody emisji akustycznej do diagnozowania stanu technicznego wydaje się dobrym pomysłem. Przeprowadzony przez Doktoranta przegląd dostępnej literatury wskazał na brak jednoznacznego rozwiązania opisywanego problemu. Ogromnym atutem Doktoranta jest jego doświadczenie zawodowe i zdobyta tam wiedza, pozwalająca na krytyczne spojrzenie na opisywany problem.

Doktorant podjął się zaplanowania i przeprowadzenia badań na obiektach rzeczywistych. W warunkach morskich była to pompa 14-P-220 wyprodukowana przez firmę NOV natomiast na lądzie badania prowadzono na pompach IDECO T-1300. Doktorant wybrał metodę badawczą, dobrał rejestrator i czujnik EA, przeprowadził analizę jakości przenoszenia sygnału przez różne rodzaje cieczy sprzęgających, dokonał krytycznej oceny miejsca montażu czujnika na bloku zaworowym badanych pomp. Dla zapewnienia wiarygodności uzyskanych wyników przeprowadził wzorcowanie czujników metodą Hsu-Nielsena, na specjalnie zaprojektowanym w tym celu stanowisku badawczym w Katedrze Elektrotechniki i Energoelektroniki Politechniki Morskiej w Szczecinie.

Doktorant rejestrował sygnały EA podczas pracy wspomnianych pomp, w których zawory ssące i tłoczące były w dobrym stanie technicznym oraz w początkowym stadium ich

zużycia. Co istotne, zużycie było na tyle niewielkie, że nie dawało żadnych zewnętrznych symptomów w pracy pompy. Zarejestrowane w czasie badań sygnały emisji akustycznej Autor poddał analizie polegającej na dekompozycji falkowej z wykorzystaniem funkcji Haar'a. Zabieg ten pozwolił na jednoznaczne zidentyfikowanie sygnałów pochodzących od sprawnych i uszkodzonych zaworów. Bez wątpliwości Doktorant zrealizował w ten sposób postawiony cel rozprawy i udowodnił tezę. Należy podkreślić aktualność i aplikacyjność podjętego tematu. Zastosowanie metody emisji akustycznej dającej jednoznaczne wyniki, w miejsce stosowanej powszechnie metody stetoskopowej, zależnej w dużej mierze od doświadczenia obsługi, pozwala skutecznie monitorować stan techniczny układów zaworowych pomp płuczkowych. Poza niekwestionowanymi walorami naukowymi recenzowanej pracy należy docenić jej aspekt utylitarny.

Praca napisana jest prostym i jasnym językiem. Układ pracy jest spójny i konsekwentny. Wymienione w niniejszej recenzji uwagi mają głównie charakter porządkowy.

Moim zdaniem Doktorant wykazał się umiejętnościami i wiedzą w zakresie odpowiadającym stosownym przepisom i dobrej praktyce akademickiej, odnośnie wymogów stawianych rozprawom doktorskim. Zaplanowanie i wykonanie badań z późniejszą analizą uzyskanych wyników, wskazują na umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Niego pracy naukowej. Tematyka badawcza podjęta przez Doktoranta oraz zakres przeprowadzonych w ramach rozprawy prac, pozwala zakwalifikować ją do dyscypliny inżynieria mechaniczna.

KONKLUZJA

Stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Tomasza Piaseckiego pt.: „Diagnozowanie modułu zaworowego wysokociśnieniowych pomp płuczkowych stosowanych na pływających platformach wiertniczych”, spełnia wymagania ustawy o stopniach i tytułach naukowych, określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późn. zm. - Dz.U. z 2017 poz.1789) oraz ustawy z dnia 20.07.2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) i art. 179 Ust. z dnia 3.07.2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 poz. 1669 z późn. zm.). **W związku z powyższym, wnioskuję o dopuszczenie mgr. inż. Tomasza Piaseckiego do publicznej obrony.**

