

Poznań, dnia 29.11.2024 r.

PROTOKÓŁ
z posiedzenia Komisji Doktorskiej powołanej przez
Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej
w sprawie obrony rozprawy doktorskiej
mgra inż. Michała Zielinskiego

pt. *Wolnoobrotowa promieniowa pompa tłokowa o zmiennej wydajności
właściwej – budowa i badania*

Na posiedzeniu Komisji Doktorskiej w dniu 29.11.2024 r. byli obecni:

Przewodniczący Komisji: dr hab. inż. Krzysztof Talaśka, prof. PP

Członkowie:

- dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP
- dr hab. inż. Filip Górski, prof. PP
- prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki
- dr hab. inż. Piotr Paczos, prof. PP
- dr hab. inż. Damian Przystacki, prof. PP
- dr hab. inż. Piotr Siwak

Promotor: dr hab. inż. Andrzej Gessner

Promotor pomocniczy: dr inż. Adam Myszkowski

Recenzenci:

- dr hab. inż. Sławomir Kciuk, prof. PŚI, Politechnika Śląska
- dr hab. inż. Piotr Pawełko, prof. ZUT, Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
- dr hab. inż. Paweł Śliwiński, prof. PG, Politechnika Gdańska

Sekretarz: dr inż. Stanisław Pabiszczak

1. CZĘŚĆ PUBLICZNA

Część publiczna posiedzenia w sprawie obrony rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego odbyła się w dniu 29.11.2024 r. o godz. 11³⁰ w sali Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej. Posiedzenie otworzył Przewodniczący Komisji dr hab. inż. Krzysztof Talaśka, prof. PP, który powitał wszystkich zgromadzonych, przedstawił Recenzentów, skład Komisji Doktorskiej, Promotora i Promotora pomocniczego. Po omówieniu przez Przewodniczącego Komisji przebiegu przewodu doktorskiego, Sekretarz Komisji dr inż. Stanisław Pabiszczak odczytał życiorys doktoranta.

W kolejnej części posiedzenia mgr inż. Michał Zielinski zaprezentował swoje dokonania w ramach pracy doktorskiej: genezę tematu, cel pracy, a także przegląd stanu wiedzy w omawianej tematyce. Wyjaśnił terminologię stosowaną w pracy, przedstawił budowę

i zasadę działania wolnoobrotowej promieniowej pompy tłokowej o zmiennej wydajności właściwej oraz mechanizmu zmiany mimośrod, stanowiącego jej integralną część. Następnie Doktorant omówił działanie pompy, modele teoretyczne opisujące kinematykę pompy, wyniki badań symulacyjnych, stanowisko do badań doświadczalnych oraz metodykę badań eksperymentalnych. W dalszej kolejności zaprezentował wyniki badań doświadczalnych, dokonał podsumowania przeprowadzonych prac oraz omówił wnioski końcowe i kierunki dalszych badań.

Po zakończeniu wystąpienia mgra inż. Michała Zielinskiego, na prośbę Przewodniczącego Komisji, swoją opinię na temat rozprawy odczytał Promotor dr hab. inż. Andrzej Gessner. Promotor przedstawił cel i zakres rozprawy oraz dorobek naukowy Doktoranta, podkreślając jego pracowitość i zaangażowanie. Wyraził opinię, że rozprawa w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

Przewodniczący Komisji podziękował Promotorowi za przedstawienie opinii, a następnie poprosił Recenzentów o przedstawienie recenzji rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego.

W pierwszej kolejności swoją recenzję omówił dr hab. inż. Sławomir Kciuk, prof. PŚI. Wymienił uwagi krytyczne, a w podsumowaniu podkreślił, że mimo wykazanych zastrzeżeń, realizację celu i zakresu rozprawy ocenia pozytywnie. Kończąc swoje wystąpienie stwierdził, że przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w myśl obowiązującej Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuk, wnosząc o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Następnie swoją recenzję zaprezentował dr hab. inż. Piotr Pawełko, prof. ZUT. Podobnie jak przedmówca, odczytał recenzję pracy, koncentrując się na mocnych i słabych aspektach dysertacji. Recenzent stwierdził, iż spełnia ona wymagania stawiane rozprawom doktorskim określonych w obowiązującej ustawie i wnioskuje o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Jako ostatni swoją recenzję odczytał dr hab. inż. Paweł Śliwiński, prof. PG, koncentrując się na uwagach krytycznych. Podsumowując stwierdził, że praca doktorska spełnia w stopniu minimalnym wymagania stawiane pracom doktorskim zgodnie z Ustawą i wnioskuje o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Przewodniczący Komisji podziękował Recenzentom za odczytanie recenzji i poprosił ich o zadanie Doktorantowi pytań dotyczących najważniejszych kwestii pracy.

W pierwszej kolejności pytania zadał dr hab. inż. Sławomir Kciuk, prof. PŚI:

dr hab. inż. Sławomir Kciuk, prof. PŚI.

W zagadnieniach, które poruszyłem opisałem, że podstawił Pan charakterystykę prędkości obrotowej uzyskaną podczas badań eksperymentalnych do wzoru teoretycznego. Proszę mi to wytłumaczyć tak, abym był przekonany o słuszności Pana działań.

Mgr inż. Michał Zielinski

Rzeczywiście, podstawiłem tę charakterystykę otrzymaną podczas badań w celu zniwelowania wpływu zjawiska na analizę wyników, tzn. żeby wyeliminować wpływ zmienności prędkości obrotowej, aby te wykresy uzyskane podczas symulacji w większym stopniu odpowiadały eksperymentom, żeby móc analizować je pod kątem występowania innych zjawisk.

dr hab. inż. Sławomir Kciuk, prof. PŚI.

Przyjmuję tę odpowiedź, natomiast myślę, że powinien Pan podejść do tego bardziej od strony metodycznej. W naszych działaniach jest przyjęte, że modele teoretyczne weryfikuje się, waliduje się, i jest przyjęty jakiś proces tej weryfikacji modelu matematycznego. Pan uwzględnia charakterystyki rzeczywiste eliminując tym samym, np. wpływ temperatury opisywanej jakimiś tam równaniami; podając rzeczywistą charakterystykę, która już w sobie zawiera wpływ temperatury, bo została pozyskana na drodze eksperymentalnej. Trzeba mieć tylko pewną świadomość, że te modele będą wówczas słuszne tylko dla pewnej klasy obiektów i nie można ich uogólniać.

Recenzent podziękował za odpowiedź, a Przewodniczący poprosił dr hab. inż. Piotra Pawełkę, prof. ZUT o pytanie, na które Doktorant będzie mógł odpowiedzieć na forum.

dr hab. inż. Piotr Pawełko, prof. ZUT

Proszę o publiczną odpowiedź na pytanie dwa, zawarte w mojej recenzji, tzn. określanie przez Autora sprawności prototypu pompy, od str. 106, należy traktować bardziej jakościowo niż ilościowo. Autor przyjmuje, że sprawność układu hydraulicznego można obliczyć, wyznaczyć na wiele sposobów. Nie będę już rozwijał tego pytania, ale proszę o odpowiedź na nie.

mgr inż. Michał Zielinski

Tę sprawność wyznaczyłem na podstawie wyników badań eksperymentalnych. Tę metodę dobrałem, ponieważ głównym moim celem było wyznaczenie charakterystyk wydajności pompy. Parametrami było ciśnienie w przewodzie ssawnym, tłocznym, rejestrowałem także moment, dlatego na podstawie tych wyników, które miałem, zastosowałem metodę, żeby bardziej zachować eksperymentalny charakter pracy i wyników charakterystyk.

dr hab. inż. Piotr Pawełko, prof. ZUT

Teraz jeszcze moje pytanie uzupełniające: Czy tę sprawność mechaniczną, która się pojawia bardzo często w pompach, czy jesteśmy w stanie powiedzieć, że pompa ma przynajmniej tę sprawność 1%, czy nie? Czy może mieć sprawność ujemną? Czy sprawność zawsze jest dodatnia? Mamy tu bardzo dziwny układ do zmiany mimośrodów, który niestety, nieladnie powiedziawszy, żre energię na to, żeby w ogóle się ustawić. Pierwsze rozruchy przy niskich prędkościach obrotowych wymagają dużo więcej mocy, niż pompa jest w stanie wytwarzać, więc jej sprawność wewnętrzna nigdy nie będzie od tych minimalnych obrotów i stąd to moje pytanie, które się później pojawiało, jaki byłby układ uszczelnień, bo one bardzo mocno wpływają na to. Ja tu odpowiedzi dostałem, więc dziękuję bardzo.

Następnie Przewodniczący poprosił o pytanie dr hab. inż. Pawła Śliwińskiego, prof. PG:

dr hab. inż. Paweł Śliwiński, prof. PG

Chciałbym zaznaczyć, że dostałem odpowiedzi. Z Pańskich odpowiedzi wynika, że Pan ogólnie zgadza się z tym, co ja napisałem...

mgr inż. Michał Zielinski

Rzeczywiście, jeśli mam być szczerzy, w większości zgadzam się, ale też wiem, że brakuje w niektórych miejscach bardziej szczegółowej analizy. Brakuje też modelu, tak jak Pan zauważył, nie zakładałem przygotowywania go...

dr hab. inż. Paweł Śliwiński, prof. PG

Dobrze. Ja już nie będę się odnosił do tego, co Pan mi odpisał, ale chciałbym zadać związane z pracą pytanie. Proszę o pokazanie slajdu przedstawiającego stanowisko badawcze. Teraz moje pytanie jest takie, a bardziej tytułem wstępu do pytania. Konstrukcja tej całej pompy jest znana. Była ona prezentowana na targach w 2014 roku, nagrodzona medalem, nagrodą publiczności, więc wielki szacunek dla Pana Myszkowskiego za pomysł i patent. I teraz moje pytanie jest takie: Czy projektował Pan układ badawczy?

mgr inż. Michał Zielinski

Układ ten po części „odziedziczyłem” po efektach projektu, ale uzupełniałem czujniki, przepływomierz, budowaliśmy enkoder...

dr hab. inż. Paweł Śliwiński, prof. PG

A czy napęd elektryczny też?

mgr inż. Michał Zielinski

To już było.

dr hab. inż. Paweł Śliwiński, prof. PG

Dlaczego ja o to pytam... Bo jeżeli w pracy nie dokonał Pan analizy geometrycznej teoretycznej objętości roboczej, nie był Pan w stanie powiedzieć, jaki jest niezbędny moment do napędu pompy. I teraz dlaczego to Panu wszystko pływało? Bo podnosi Pan obciążenie i ta prędkość coraz bardziej pływa. Silnik trójfazowy 30 kW, przekładnia o przełożeniu 1:10. Czyli ten moment, biorąc pod uwagę, że silnik wytwarza ok. 6,5 Nm/kW przy 1450 obr/min, do tego jeszcze przełożenie i sprawność przekładni, a w odpowiedzi Pan podał charakterystykę momentu, który dochodzi nawet do 1000 Nm. Mało tego, Pan schodzi z prędkością obrotową nawet poniżej 10 obr/min. Czyli prędkość na wyjściu bez falownika wynosi około 145 obr/min, a Pan jeszcze redukuje tę prędkość dziesięciokrotnie. Co się dzieje z charakterystyką momentową silnika elektrycznego? To jest kluczowe. Od tego należało zacząć analizę tego całego układu, badania itd. Nawet jeżeli Pan nie chciał zmieniać silnika, bo wiadomo, że to ogromny koszt, to należało się zastanowić, w jaki sposób utrzymać stałą prędkość. A jest to możliwe – wystarczyło kupić tanią, włoską przekładnię ślimakową... I pięknie utrzyma Pan stałą prędkość. Także te wszystkie wyniki, które Pan dostał, to jest zmienna prędkość obrotowa zależna od obciążenia silnika. Dlatego te wyniki... Jest ich dużo, ale ja wniosków nie wyciągnąłem z tego.

mgr inż. Michał Zielinski

Bardzo dziękuję za tę uwagę.

prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki

Ja mam jeszcze takie pytanie: Jak Pan obciążał tę pompę?

mgr inż. Michał Zielinski

Zwiększałem ciśnienie w przewodzie tłocznym.

prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki

A jaka była moc?

mgr inż. Michał Zielinski

Maksymalnie udało się uzyskać 3 kW.

prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki

A jak z nagrzewaniem oleju?

mgr inż. Michał Zielinski

Rzeczywiście, olej wtedy bardzo się nagrzewał.

Przewodniczący Komisji poprosił Sekretarza o zebranie kartek z pytaniami z sali, na które Doktorant udzielił odpowiedzi:

dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP

Jaki jest czas życia pompy i poziom hałasu?

mgr inż. Michał Zielinski

Nie analizowałem konstrukcji pod tym kątem. Podczas tych wszystkich moich badań (tzn. około 1000 godzin pracy), nie zauważyłem śladów zużycia pompy. Ale jakichś szczegółowych analiz nie wykonywałem. Poziom hałasu... Nie mierzyłem, niestety pompa trochę hałasuje i występuje charakterystyczny dźwięk jadącego pociągu. Poziom hałasu zależy od parametrów pracy... Myślę, że około 50 dB.

dr hab. inż. Tomasz Bartkowiak

W jakich obszarach techniki, poza MEW, mogłaby znaleźć zastosowanie opracowana przez Pana pompa?

mgr inż. Michał Zielinski

Generalnie, w takich układach, gdzie występuje wolnoobrotowy napęd, głównie analizowałem to pod kątem zastosowania w małych elektrowniach wodnych, ale też układy wykorzystujące odnawialne źródła energii, np. turbiny wiatrowe, elektrownie pływowe... Innych nie udało mi się znaleźć.

dr hab. inż. Tomasz Bartkowiak

W porównaniu do innych rozwiązań stosowanych w układach generowania energii ze źródeł odnawialnych (wiatr, woda), czy sprawność Pana pompy jest gorsza, czy lepsza?

mgr inż. Michał Zielinski

Ja w pracy oszacowałem sprawność przekładni, jaką by miała w zastosowaniu w małej elektrowni wodnej. To były tylko szacunkowe wyliczenia dla paru parametrów i myślę, że ta sprawność mogłaby być na poziomie 80%, jeżeli by też dostosować konstrukcję pompy. W porównaniu z innymi układami te zakresy są podobne, bazując na przykładach, które udało mi się znaleźć w literaturze.

dr inż. Marcin Pelic

Dzięki zastosowaniu rozrządu zaworowego urządzenie może pracować w obu kierunkach. Czy charakterystyki pracy będą takie same w obu kierunkach? Czy sprawność będzie taka sama?

mgr inż. Michał Zielinski

Jeżeli chodzi o charakterystyki, to tak jak wspominałem występują między nimi różnice, co było na jednym ze slajdów. Charakterystyki dla dwóch kierunków obrotów różnią się między sobą, ale były dość zbliżone. Jeżeli chodzi o sprawność, to ja oczywiście też badałem tę sprawność dla części parametrów, w tym dla drugiego kierunku obrotów, i te wyniki były na podobnym poziomie.

Po ostatniej odpowiedzi mgra. inż. Michała Zielinskiego Przewodniczący Komisji zapytał zebranych, czy mają jeszcze pytania lub uwagi do Doktoranta. Z powodu braku pytań, zamknięto jawną część obrony. Następnie Komisja Doktorska udała się do sąsiedniej sali na obrady w części niejawnej.

2. CZĘŚĆ NIEJAWNA

W części niejawnej posiedzenia Komisji Doktorskiej, które odbyło się w sali 212 budynku A1 Politechniki Poznańskiej, Przewodniczący poprosił o zabranie głosu przez Recenzentów, członków Komisji Doktorskiej, a następnie Promotora pracy.

- Dr hab. inż. Sławomir Kciuk, prof. PŚI, podtrzymał bardzo pozytywną opinię na temat pracy i Doktoranta. W jego opinii praca zawiera wszystkie elementy niezbędne do potencjalnego wdrożenia jakiegoś wyrobu, począwszy od koncepcji, modelu, badań, poprzez wnioskowanie i analizę wyników – to pokazuje kompleksowość podejścia. Praca oczywiście ma pewne ułomności, ale Dyplomant jest człowiekiem świadomym, pracowitym, widzącym błędy. Jednoznacznie podkreślił, że będzie głosował za przyjęciem publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego.

- Dr hab. inż. Piotr Pawełko, prof. ZUT, na wstępie zaznaczył, że nie chciałby być w skórze Doktoranta, bo tematyka pracy jest bardzo złożona. W jego opinii Doktorant potrafi krytycznie spojrzeć na wykazane błędy. Układy pomiarowe w hydraulice są bardzo skomplikowane i drogie, a dyplomant skompletował ją samodzielnie, w ramach dostępnych możliwości. Zaznaczył, że będzie głosował za przyjęciem publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego.

- Dr hab. inż. Paweł Śliwiński, prof. PG, wspominał, że podczas czytania pracy odnosił wrażenie, iż Doktorant nie odnajduje się w tematyce hydrostatyki, co wynika z ogólnego,

systemowego problemu braku kształcenia w tym kierunku w ramach studiów. Był przekonany, że praca będzie bardziej poprawiona, ale odpowiedzi były mało przekonujące.

- Prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki stwierdził, że ze strony hydraulicznej praca jest słaba, ale pod innymi względami ocenia ją pozytywnie, zwłaszcza ogromny wkład pracy. Podkreślił, że przychylił się do pozytywnych opinii Recenzentów.

- Dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP, określiła pracę jako ciekawą, mimo pewnych niedoskonałości. W jej opinii była to oryginalna ścieżka rozwiązania problemu prezentowana przez Doktoranta, podczas której wykazał się dużą samodzielnością i pracowitością. Wyraziła nadzieję, że usłyszane uwagi Doktorant potraktuje konstruktywnie w dalszej pracy. Na koniec zaznaczyła, że przychyliła się do pozytywnej opinii recenzentów i będzie głosować za przyjęciem publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego.

- Dr hab. inż. Piotr Paczos, prof. PP, pozytywnie ocenił pracę, zwłaszcza jej aplikacyjny charakter. Podkreślił, że zna osobiście Doktoranta i uważa go za osobę pracowitą. Wyraził przekonanie, że uwzględniając uwagi Recenzentów można by wykonać kolejną pracę doktorską w tej tematyce, a samą pracę ocenił jako ciekawą.

- Dr hab. inż. Filip Górski, prof. PP, uznał wystąpienie Doktoranta za spokojne i ciekawe. Wyraził zdanie, że można dostrzec pracowitość Doktoranta, który próbował poruszyć wiele zagadnień – jedne z lepszym, inne z gorszym skutkiem, co świadczy jednak o zdolności do samodzielnego prowadzenia badań. Mnogość uwag krytycznych należy potraktować jako dobrą bazę do dalszego rozwoju. Zaznaczył, że będzie głosował za przyjęciem publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego.

- Dr hab. inż. Piotr Siwak, uznał temat pracy za bardzo trudny. Podjęcie przez Doktoranta tego wyzwania zostało ocenione przez Recenzentów, ale trzeba docenić jego pracowitość. Całą pracę oraz publiczną obronę ocenił bardzo pozytywnie i wskazał, że będzie głosował za przyjęciem publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego.

- Dr hab. inż. Damian Przystacki, prof. PP, podkreślił pozytywne recenzje pracy, które zawierały bardzo dużo konstruktywnej krytyki. Zauważył, że Doktorant w trakcie obrony potrafił przyznać się do uchybień. Samą pracę uważa za skomplikowaną, w którą Doktorant włożył dużo pracy, zwłaszcza podczas badań doświadczalnych. Podsumowując stwierdził, że będzie głosował za przyjęciem publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego.

- Promotor dr hab. inż. Andrzej Gessner podziękował za wszelkie uwagi ze strony Recenzentów i Członków Komisji. Podkreślił pracowitość Doktoranta oraz to, ile nauczył się w trakcie przygotowywania pracy, odpowiadania na recenzje i podczas publicznej obrony. Zgodził się, że są pewne aspekty, nad którymi Doktorant powinien jeszcze popracować. Oceniał Doktoranta jako konkretnego człowieka, który zawsze rozwiązuje problemy, z którymi się mierzy.

- Promotor Pomocniczy dr inż. Adam Myszkowski zaznaczył, że w rozprawie nie była pokazana cała praca Doktoranta, jak choćby sam proces konstruowania mechanizmu zmiany mimosrodu. Podkreślił, że Doktorant włożył bardzo dużo pracy w badania eksperymentalne.

• Jako ostatni głos zabrał Przewodniczący Komisji dr hab. inż. Krzysztof Talaśka, prof. PP, który przychylając się do pozytywnych recenzji pracy stwierdził, że będzie głosował za przyjęciem publicznej obrony rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Zielinskiego.

Po wypowiedziach członków Komisji Doktorskiej, Przewodniczący Komisji zarządził tajne głosowanie Komisji nad wnioskiem do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej o nadanie mgr. inż. Michałowi Zielinskiemu stopnia doktora nauk technicznych.

Wyniki głosowania przedstawia poniższa tabela:

| Głosowanie w sprawie przyjęcia publicznej obrony mgra inż. Michała Zielinskiego | |
|---|------------------------|
| Odpowiedź | Liczba oddanych głosów |
| Za | 10 |
| Przeciw | 0 |
| Wstrzymuję się | 1 |

W rezultacie głosowania Komisja postanowiła wystąpić do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej o nadanie mgr inż. Michałowi Zielinskiemu stopnia naukowego doktora nauk inżynierskich i technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Na tym Komisja zakończyła obrady w części niejawniej.

Po zakończeniu obrad Komisja udała się do sali Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej, gdzie w obecności Doktoranta i wszystkich zebranych odczytano wyniki i złożono gratulacje mgr inż. Michałowi Zielinskiemu, który następnie podziękował wszystkim obecnym.

Sekretarz Komisji
dr inż. Stanisław Pabiszczak



Przewodniczący Komisji
dr hab. inż. Krzysztof Talaśka, prof. PP

