

Ocena
działalności naukowo-badawczej, w tym osiągnięcia naukowego - monografia
pt. „Łożyska foliowe w maszynach przepływowych”
oraz dorobku dydaktycznego i organizacyjnego
dr inż. Jakuba Łagodzińskiego w związku z postępowaniem o nadanie stopnia
naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie budowa
i eksploatacja maszyn (nazwa obowiązująca od 1.X.2019r – inżynieria mechaniczna)

1. Podstawa formalna

Pismo Sekretarza Komisji Habilitacyjnej dr hab. inż. Bogusława Pisarka, prof. uczelni, Wydział Mechaniczny Politechniki Łódzkiej z dnia 18 lutego 2020r. (W1D.11.1.2020), działającego na podstawie pisma Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 24 stycznia 2020r (BCK-VI-L-9473/2019).

Recenzję wykonano w oparciu o przesłane następujące załączniki (tytułu załączników oryginalne):

1. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia naukowego doktora;
2. Autoreferat w języku polskim;
3. Autoreferat w języku angielskim;
4. Monografia habilitacyjna stanowiąca podstawę wniosku;
5. Wykaz doniesień konferencyjnych;
6. Działalność dydaktyczno-organizacyjna;
7. Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne;
8. Osiągnięcia publikacyjne potwierdzone na Web of Science.

2. Sylwetka Habilitanta i przebieg pracy zawodowej.

Dr inż. Jakub Łagodziński uzyskał w 2006 r. stopień magistra inżyniera specjalności Systemy, Maszyny i Urządzenia Energetyczne na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej na podstawie obronionej pracy dyplomowej pt. „Projekt rezerwowej pompy zasilającej blok 360 MW” realizowanej pod opieką dr inż. Jerzego Staniszewskiego. W dniu 18.12.2009r. Rada Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej pt. „Niekonwencjonalne konstrukcje układów mechanicznych wspomagane polem magnetycznym” podjęła uchwałę o nadaniu mgr. inż. Jakubowi Łagodzińskiemu, stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn. Promotorem w przewodzie doktorskim była dr hab. inż. Dorota Kozanecka, prof. PŁ.

W latach 2007/2009 mgr inż. J. Łagodziński był zatrudniony na ½ etatu asystenta w Instytucie Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej. Od 1.01.2010r. do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej.

3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiące podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Dr inż. Jakub Łagodziński wskazał do oceny jako swoje osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego monografię habilitacyjną pt.: *Łożyska foliowe w maszynach przepływowych*” opublikowaną w 2019 r. przez Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej w serii Monografie 2019 (ISBN 978-83-7283-987-9). Tematyka monografii jest w istotnym stopniu podsumowaniem realizowanych

przez Habilitanta od 2009 r. badań nad łożyskami foliowymi zapoczątkowanymi pracami w ramach projektu prowadzonego przez IMP PAN w Gdańsku. Prowadzone badania związane z teoretycznymi i praktycznymi aspektami budowy i eksploatacji łożysk foliowych mieszczą się w obszarze badań nad łożyskami gazowymi prowadzonymi w IMP PŁ. Struktura monografii jest zasadniczo typowa dla tego rodzaju publikacji. Zawiera 172 stron, 7 numerowanych rozdziałów, poprzedzonych wykazem oznaczeń, oraz streszczenie w języku angielskim. Praca zakończona jest spisem 110 (77 anglojęzycznych) pozycji źródłowych, zawierających 24 publikacji autorstwa/współautorstwa Habilitanta (17 anglojęzycznych i jedna Jego autorstwa).

Ocena monografii „Łożyska foliowe w maszynach przepływowych”

Opiniowana monografia dotyczy zagadnień związanych z zagadnieniami rozwoju nowatorskich sposobów podparcia wałów roboczych w wysokoobrotowych urządzeniach charakteryzujących się małymi gabarytami oraz zwiększoną niezawodnością.

Po wykazie oznaczeń stosowanych w pracy oraz wprowadzeniu (rozdział 1) w rozdziale 2. omówiono podstawowe zagadnienia dotyczące łożysk gazowych. Habilitant na 13. stronach, opierając się zarówno na publikacjach własnych jak i innych badaczy, przedstawił w sposób merytoryczny i jednocześnie zwięzły zasady ich pracy, klasyfikację, zalety i wady oraz problemy związane z ich konstrukcją oraz eksploatacją.

W rozdziale 3. *Łożyska Foliowe*, (stron 31) przedstawił zagadnienia związane problematyką badań łożysk foliowych. Łożyska foliowe w pierwszej kolejności stosowane są w maszynach wysokoobrotowych, uzyskujących wysoką sprawność ogólną przy prędkościach obrotowych wirnika (rzędu kilkudziesięciu i więcej tys./obr. na minutę), pracujących w niskich jak i wysokich temperaturach. W dalszej rozdziału przedstawiono budowę i zasadę działania łożysk foliowych. Habilitant, powołuje się na wyniki badań przedstawionych w publikacjach, których jest autorem/współautorem jak i innych badaczy. Dobór publikacji, merytoryczny poziom ich omówienia świadczy, o dobrym rozeznaniu Habilitanta w omawianej tematyce.

Istotnym zagadnieniem związanym z rozwojem konstrukcji łożysk foliowych jest technologia ich wytwarzania. Habilitant omawiając proces wytwarzania łożysk foliowych podkreśla wagę prawidłowego doboru materiałów konstrukcyjnych na elementy tworzące układ nośny łożyska foliowego oraz rodzaju i sposobów nakładania powłok ochronnych na te elementy. Rozwój konstrukcji łożysk foliowych w istotnym stopniu uzależniony jest od rozwoju inżynierii materiałowej opracowującej nowoczesne materiały konstrukcyjne umożliwiające pracę w coraz wyższych temperaturach i przy coraz większych obciążeniach. Habilitant omawiając materiały stosowane na powłoki nakładane na elementy łożysk foliowych przytaczając m.in. wyniki badań prowadzonych w NASA, przedstawione w pracy Heshmat H., Hryniewicz P., Walton J.F., Willis J.P., Jahanmir S., DellaCorte C.: *Low-friction wear-resistant coatings for high-temperature foil bearings*, Tribology International 38, pp. 1059-1075, 2005. nie ustosunkowuje się do wymienianych tam powłok *Korolon 800* i *Korolon 1350* zalecanych dla łożysk foliowych pracujących pod dużym obciążeniem cieplnym. Habilitant omawia, prowadzone w IMP PŁ, prace dotyczące optymalnego doboru pary trybologicznej, ze względu na kryterium najlepszego wzajemnego dopasowania powłok napyłanych na czop oraz gładką folię nośną, charakteryzującą się zwiększoną trwałością w warunkach wysokich temperatur. Przedstawiony opis opracowanej w IMP PŁ technologii wykonania folii łożyskowej może sugerować, że Habilitant jest jej głównym, aby nie powiedzieć jedynym autorem. Może o tym świadczyć brak, w tej części monografii, odnośników do danych literaturowych jak i pod ilustracjami (Rys.22-Rys.29 na stronach 38-42), gdzie jako źródło wymienia się „*opracowanie własne*”. A przecież już w pierwszych zdaniach tej części monografii Habilitant stwierdza, że, „*Na bazie wieloletnich doświadczeń opracowano w IMP PŁ technologię wykonania łożysk foliowych...*”(str. 38g2-5).

Habilitant scharakteryzował także możliwości przemysłowego zastosowania łożysk foliowych. Podkreślił fakt, że łożyska foliowe będą miały coraz większe zastosowanie w środowiskach charakteryzujących się np. niskimi jak i wysokimi temperaturami, możliwości takie związane są m.in. ze zjawiskiem wzrostu lepkości gazu tworzącego film łożyskowy ze wzrostem temperatury. Czynnikiem ograniczającym zakres temperatur pracy łożysk foliowych są m.in. materiały konstrukcyjne. W literaturze przedmiotu przedstawione są badania wskazujące na możliwość pracy łożysk foliowych w temperaturach do 870°C¹. Omawiając zastosowania łożysk foliowych Habilitant powołuje się m.in. na badania prowadzone w NASA Glenn Research Center nakierowane na zastąpienie bezolejowymi łożyskami gazowymi łożyska klasyczne charakteryzujące się dużymi ograniczeniami w pracy przy wysokich temperaturach. Habilitant, odnosząc się do problemu spalania oleju w łożyskach klasycznych powołuje się na publikację autorstwa Vleugels P., Waumans T., Peirs J., Al-Bender F., Reynaerts D.,² (str.44g16) (poz. [98] w Bibliografii) nie omawiającą zagadnień dotyczących spalania oleju. Niejednoznaczne są stwierdzenia zawarte na stronie 44g23-31, w których Habilitant zwraca uwagę na potrzebę zwiększania wymiarów łożyska foliowego (*a tym samym i samego urządzenia – uwaga recenzenta*), a przecież jedną z istotnych przewag łożysk foliowych jest możliwość miniaturyzacji napędów. Także, co najmniej, dyskusyjne są stwierdzenia zawarte na str. 44d9-14, że zastosowanie łożysk foliowych w lotniczych silnikach turbinowych „...może okazać się nieosiągalne nawet w przypadku zastosowania materiału o najlepszych właściwościach..” zwłaszcza stawiane bez pogłębionego uzasadnienia. Habilitant, podając informacje o prowadzonych badaniach łożysk foliowych stosowanych w urządzeniach z gazowymi czynnikami roboczymi takimi jak hel, xenon, ciekły tlen czy ciekły azot powołuje się na pozycję [93] Bibliografii, w której nie ma danych dotyczących czynników roboczych innych niż powietrze.

Na 48. Stronach rozdziału 4. *Badania eksperymentalne*, Habilitant przedstawia kolejno wyniki badań dotyczących: właściwości eksploatacyjnych promieniowych łożysk foliowych (nośności) i łożysk wzdłużnych, procesu powstawania filmu gazowego, niestabilności termicznej łożysk foliowych oraz rozkładu ciśnienia w filmie gazowym. W tej części monografii omówiono badania prowadzone w IMP PŁ, w których uczestniczył Habilitant, jak i badania opisane w literaturze przedmiotu. Na str.56d12, Habilitant zasadnie powołuje się na publikację [86]³, której autorzy proponują mapę strat łożyska foliowego, graficznie wiążącą parametry konstrukcyjne i eksploatacyjne (rozmiar łożyska, przyłożone obciążenia i prędkości obrotowe wału) w sposób bardziej zrozumiały niż mapa oparta na parametrze prędkości/obciążenia skupionego takim jak liczba Sommerfelda. Materiał zawarty na str. 58-59–jest w istotnym stopniu powtórzeniem treści zawartej w publikacji Habilitanta wymienionej w Bibliografii pod numerem [75]⁴. Brak jest w omawianej części monografii odniesienia się do zamieszczonego tam rysunku 46 (str.59). Na str.61g9-10, Habilitant stwierdza „*Łożysko obciążano ciężarkami o masach od 1 kg do 10 kg, co odpowiadało zakresowi siły od 6,3 do*

¹ Heshmat, Hooshang, Walton, James F., and Nicholson, Brian D. "Ultra-High Temperature Compliant Foil Bearings: The Journey to 870°C and Application in Gas Turbine Engines — Experiment." *Proceedings of the ASME Turbo Expo 2018: Turbomachinery Technical Conference and Exposition. Volume 7B: Structures and Dynamics*. Oslo, Norway. June 11–15, 2018. V07BT34A016. ASME. <https://doi.org/10.1115/GT2018-75555>

² [98] Vleugels P., Waumans T., Peirs J., Al-Bender F., Reynaerts D.: *High-Speed Foil Bearings for Micro Gas Turbines: Test Set-up*, The Sixth International Workshop on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications, Berkeley, pp. 57-60, 2006.

³[86] Radil K.C., DellaCorte C.: *A three dimensional foil bearing performance map applied to oil free turbomachinery*, Tribology Transactions. 53, pp. 771-778, 2010.

⁴ Łagodziński J., Miazga K.: *Influence of Intermediate Foil on Air-Foil Bearings Performance and Exploitation Properties*, artykuł w Timofiejczuk A., Łazarz B., Chaari F., Burdzik R. (eds) *Advances in Technical Diagnostics, ICDT 2016, Applied Condition Monitoring*, Vol. 10, Springer online, 2017.

113,5 N” – skąd takie przeliczenie? Czy podane wartości obciążenia łożyska obejmują także masę tulei?

W opisie rysunków: (51 i 52 str.64), (55 str.66) i rys.56 str.67 obciążenie łożyska wyrażono w [kg], zaś na str.61g9-10, wartość obciążenia wyraża się w [N], tak samo jak na rysunkach: 50 str.62, (53 i 54 str.65), rys. 57 str.67 i rys. 58 str.68.

Wyznaczając nośność graniczną badanego łożyska Habilitant powołuje się na zamieszczoną na str. 32. zależność (1), na bazie której wyliczona wartość współczynnika nośności D_j równa się $6,108 \cdot 10^6 \text{ kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$, stwierdzając „co jest typową wartością dla łożysk II generacji” (str.70g13). Jak to odnosi się do stwierdzeń zawartych na stronie 33, wg których współczynnik D_j dla łożysk II generacji waha się w przedziale 0,3-0,6 (str.33d12-13).

W podrozdziale 4.2. Habilitant omawia wyniki badań właściwości eksploatacyjnych łożysk wzdłużnych. Przedstawiony materiał to nieznacznie rozszerzona treść publikacji współautorstwa Habilitanta zamieszczonej w Bibliografii jako pozycja [60]⁵.

Treść podrozdziału 4.3.1. *Proces powstawania filmu gazowego* oparta jest na publikacji autorstwa Kozanecki Z., Łagodziński J., Tkacz E., Miazga K.⁶ zamieszczonej jako pozycja [72] w Bibliografii. Wykazano, że grubość filmu gazowego w badanym łożysku foliowym w trakcie eksploatacji osiąga wartość 6-10 μm . Proces narastania ciśnienia w filmie gazowym przy ustalonej prędkości obrotowej zachodzi z opóźnieniem - nie wyjaśniając szerzej co należy rozumieć pod tym określeniem. Wykazano, że istnieje graniczna prędkość obrotowa, powyżej której zanikają drgania wywołane przytarciami powierzchni czopa i folii nośnej występującego w obecności nieciąętego filmu gazowego. Problematyka niestabilności cieplnej łożyska foliowego została potraktowana w monografii bardzo skrótowo (dwie strony podrozdziału 4.4) mimo, że sam Habilitant stwierdza „Zbadanie istoty zjawiska niestabilności termicznej promieniowego łożyska foliowego jest bardzo istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa.” str.60d3-4. Co Habilitant ma namyśli pisząc „...o zjawiskach tarcia w strukturze foli sprężyste” - Str77d3? Chyba interesują nas zjawiska tarcia występujące na granicy pomiędzy folią sprężystą a np. powierzchnią wewnętrzną tulei lub folią nośną czy pośrednią.

Bardzo istotnym zagadnieniem dotyczącym dalszego rozszerzenia obszarów stosowania łożysk foliowych jest poznanie i opisanie mechanizmów powstawania filmu gazowego i związanego z tym rozkładem ciśnienia w filmie gazowym. W podrozdziale 4.5. Habilitant przedstawił w sposób kompleksowy i merytoryczny wyniki badań doświadczalnych pomiaru zmian rozkładu ciśnienia wewnątrz poprzecznego łożyska foliowego oraz pomiarów zmian grubości samego filmu. Przedstawione rezultaty w dużym stopniu zostały zaczerpnięte z pracy magisterskiej A. Chrzanowskiej zrealizowanej w 2017 roku na PŁ. Praca ta zamieszczona jest jako [10] w Bibliografii – szkoda że nie podano kto opiekował się magistrantką w trakcie realizacji pracy. Na str. 96g19 masę obciążeń badanego łożyska podaje się z dokładnością do 1 kg, zaś masę tulei z dokładnością do jednego grama – skąd taka różnica? Rysunek 97 przedstawiony na str.98 – jest to obrócony o 180 stopni rysunek 12 ze str.23 - dlaczego zatem jako źródło rysunku 97 podaje się: *opracowanie własne*.

W rozdziale 5. *Modelowanie numeryczne struktury sprężystych folii*, na 26 stronach Habilitant opisał badania mające na celu opracowanie modelu numerycznego struktury łożyska foliowego. Podczas opracowywania modeli numerycznych niezwykle ważnym zagadnieniem jest przyjęcie właściwych warunków brzegowych. W dużym stopniu decydują one bowiem o podobieństwie modelu do układu rzeczywistego. Dlatego też należy traktować popisane w tym rozdziale prace zmierzające do stworzenia modelu numerycznego struktur sprężystych folii

⁵ [60]Kozanecki Z., Łagodziński J., Tkacz E., Miazga K.: *Performance of thrust airfoil bearing for oil-free turbomachinery*, Journal of Vibrational Engineering and Technologies 6(1), 8, 2018.

⁶ [72]Łagodziński J., Kozanecki Z., Miazga K., Borkowski R., Marczyk A.: *Projekt, wykonanie, montaż i testy stanowiska do badań grubości filmu gazowego w poprzecznym łożysku foliowym w warunkach rozruchu i eksploatacji*, Gdańsk 2013

jako wstępne. Potwierdzeniem tego może być np. do analiz fragmentu zespołu folii i wykorzystanie tylko dwóch elementów COMBIN 14. W przypadku rozważanego fragmentu zespołu folii konieczne było odebranie takiej liczby stopni swobody, aby nie dopuścić do możliwości wystąpienia ruchu sztywnego jego elementów, a z drugiej strony nie ograniczyć niezbędnych deformacji modelu. Złożoność analizy modelu teoretycznego łożyska foliowego pogłębia również fakt istnienia tarcia pomiędzy folią sprężystą i tuleją łożyskową, jak i pomiędzy foliami. Wynikiem tego zjawiska są silnie nieliniowe właściwości dynamiczne foliowej podpory łożyskowej. Habilitant, świadom ograniczeń proponowanego modelu określa go jako „prosty model” (dwa elementy COMBIN 14 na każdy „bump”), który „...*pozwała wyznaczyć właściwości globalne łożyska tylko dla szczególnego przypadku.*” (str.129d5-6.)

Jak słusznie stwierdza Habilitant w podsumowaniu tego podrozdziału „*Opracowanie modelu, który byłby bardziej uniwersalny i posiadałby cechy predykcyjne wymaga najprawdopodobniej wprowadzenia bardziej skomplikowanego modelu zastępczego pojedynczego „bumpa”.*”

W rozdziale 6.*Prototyp dmuchawy z łożyskami foliowymi* Habilitant omówił prace związane z realizacją prototypu dmuchawy z łożyskiem foliowym. Pisze o „*programie rozwoju łożysk foliowych.*” (str.132g2) nie podając żadnych danych związanych z tym programem. W rozdziale opisano tzw. „demonstrator technologii dmuchawy” z wirnikiem podpartym łożyskami foliowymi. Demonstrator zrealizowany w IMP PŁ został poddany badaniom obejmującym rozruchy i wybiegi urządzenia, pomiar drgań względnych wirnika podczas pracy dmuchawy w szerokim zakresie prędkości obrotowych, analizę sztywności i tłumienia podpór łożyskowych oraz oszacowanie sił działających na wirnik jak i ocenę wpływ warunków obciążenia i oporów instalacji na pracę maszyny. Omówione na str.145g7-9 przemieszczenie czopa wału (określone jako „*znaczne przemieszczenie*”) występuje tylko po stronie NDE wału pracującego pod obciążeniem - co nie zostało jasno podkreślone w tej części pracy. Prezentowane krzywe Bodego (rys. 155 i 156), wykresy kaskadowe (rys. 158-161), jak i rysunki obrazujące położenia czopa wału (rys. 163-164) zaczerpnięte zostały z pracy inżynierskiej A. Więczkowskiego zrealizowanej w 2017 r. na PŁ. Przedstawione badania „demonstratora” wykazały, że zastosowanie łożysk foliowych w maszynie, której rotor osiąga prędkość obrotową rzędu kilkudziesięciu tysięcy obr./min (i więcej) jest wyborem uzasadnionym technologicznie. Uzyskanie wysokich prędkości obrotowych jest warunkiem poprawnej pracy zarówno łożysk foliowych, jak i koła sprężarkowego wykonanego z lekkich stopów.

Rozdział 7.*Podsumowanie*, zawiera podsumowanie materiału zawartego w monografii. Już w pierwszym zdaniu podsumowania Habilitant formułuje dosyć odważne stwierdzenie, że cytuję „*Prezentowana monografia stanowi podsumowanie prac prowadzonych w IMP PŁ w zakresie budowy i badań gazowych łożysk foliowych i dotyczy przede wszystkim aspektów technicznych związanych z ich poprawną konstrukcją i funkcjonowaniem*”. Przypuszczam, że Habilitant podsumowuje w monografii przede wszystkim swój udział w tych pracach

Rozdział ten to w istocie syntetyczne omówienie poszczególnych rozdziałów monografii. Brak jest w podsumowaniu wyraźnego wskazania co zostało osiągnięte w przedstawionych badaniach i analizach. Być może jest to konsekwencją faktu, że w monografii nie określono w sposób czytelny celów zarówno badawczych jak i użytkowych.

Uwagi ogólne

Zamieszczone niżej uwagi najczęściej mają charakter redakcyjny i/lub dyskusyjny. Oceniana monografia napisana jest poprawnie, chociaż Autorowi nie udało się uniknąć pewnych nieprawidłowości czy też nieściśłości językowych jak i redakcyjnych. W trakcie czytania ocenianej pracy nasuwają się m.in. następujące uwagi:

- pod niektórymi rysunkami Habilitant podaje niewłaściwe odnośniki do źródeł. I tak, w opisach rysunku 62 (str.71) i 63 (str.72) podano nieprawidłowe źródło tych rysunków jakim jest pozycja [8];
- str.75 w opisie rysunku 63 podano nieprawidłowe źródło- [8] – jest to patent;
- nie należy używać w pracach naukowych zwrotów rodzaju „...tendencja malejąca jest znacznie mniej gwałtowna..” czy też „...pewną ilość mocy..” odpowiednio str. 75g14 i str.75d4;
- str.75g15 dlaczego w tekście obciążenie podano w [N] zaś w opisie rysunku 67. (str.75) w [kG];
- str.90d3 – poprawnie „..bezpieczeństwa jego pracy” a nie „..bezpieczeństwa”;
- str.91g14 – jak Habilitant definiuje „poprawny wcisk”?
- str.95g2 – w opisie rysunku 95 zamiast „..czujnik kompensujący drgania” proponuję „...układ kompensujący drgania..”;
- str.115g6 poprawnie „..postać pętli..” a nie „postać pętliki..”;
- str.143g14 – „...pojawiają się pewne siły wzdluzne...” – co należy rozumieć pod pojęciem „pewne siły”?, także na str.143d10 – znowu pojawiają się „...pewne siły..”, zaś na str.143d6 Habilitant wprowadza „...pewne zauważalne ugięcia” - jakie ugięcia wg Habilitanta należy zaliczyć do „pewnych zauważalnych” ugięć

Uwagi do Bibliografii

W Bibliografii można zauważyć m.in. następujące usterki:

- nieprawidłowy opis pozycji [8] - jest: Cherubim H.: *Foil Bearings*, U.S. Patent Documents, No. 3,366,427 (zgłoszony 5 sierpnia 1971), 1974. powinno być: Silver A., Marley D.J. *Selectively pressurized foil bearing arrangements* U.S. Patents Documents No. 33366427A (zgłoszony 01,11.1965)
- nieprawidłowa kolejność autorów pozycji [21] - jest: Donghyun L., Youngcheol K., Kyungwoong K.: *Stability Analysis of Foil Journal Bearings Considering Coulomb Friction*, The 8th IFToMM Int. Conference on Rotor Dynamics, KIST, pp. 123-128, Seoul, Korea, 2010., powinno być: Lee, D., Kim Kuang-Woong, Kim, Y. *Stability Analysis of Foil Journal Bearings Considering Coulomb Friction*, The 8th IFToMM Int. Conference on Rotor Dynamics, KIST, pp. 123-128, Seoul, Korea, 2010. - <http://koasas.kaist.ac.kr/handle/10203/170095> [09.03.2020].
- nieprawidłowa kolejność autorów pozycji [76] – jest: Łagodziński J., Tkacz E., Kozanecka D., Kozanecki Z. powinno być: Kozanecki, Z. , Kozanecka, D. , Łagodziński, J. , Tkacz, E. *Niekonwencjonalne bezolejowe łożyska wysokoobrotowe turbogeneratorsa dla obiegu ORC*. VII Konferencja Naukowo-Techniczna REGOS;
- nieprawidłowa kolejność autorów pozycji [90] - jest: San Andres L. et al.: powinna być Rubio, Dario, and San Andre's, Luis. "*Structural Stiffness, Dry-Friction Coefficient and Equivalent Viscous Damping in a Bump-Type Foil Gas Bearing.*" *Proceedings of the ASME Turbo Expo 2005: Power for Land, Sea, and Air. Volume 4: Turbo Expo 2005*. Reno, Nevada, USA. June 6–9, 2005. pp. 737-746. ASME. <https://doi.org/10.1115/GT2005-68384> [dostęp 09.03.2020]

Ocena monografii habilitacyjnej.

Problematyka tworzenia maszyn, charakteryzujących się jak najmniejszymi wymiarami, zdolnością do niezawodnej pracy przy dużych mechanicznych i cieplnych obciążeniach, efektywnych energetycznie jest tematem opiniowanej monografii dr. inż. Jakuba Łagodzińskiego pt. „*Łożyska foliowe w maszynach przepływowych*”. Przedstawiona w monografii tematyka należy do aktualnych zarówno w aspekcie praktycznym jak i naukowym. Dotyczy możliwości wykorzystywania w praktyce zjawiska filmu gazowego jako podpory w wysokoobrotowych, efektywnych energetycznie urządzeniach takich jak np. pompy

przepływowe. Możliwość kreowania i utrzymania filmu gazowego pozwala na opracowanie łożysk gazowych, w których wyeliminowano elementy toczone (toczne łożyska poprzeczne) jak i ciecze smarne (łożyska ślizgowych – podłużne). W monografii Autor przedstawił wyniki swoich wieloletnich badań i analiz pozwalających na pełniejsze zrozumienie zjawisk występujących w filmie gazowym łożysk foliowych zarówno poprzecznych jak i wzdłużnych. Zebrane przez Habilitanta dane, dotyczące m.in. wpływu warunków konstrukcyjnych, materiałowych oraz eksploatacyjnych na powstawanie filmu gazowego, umożliwiły opracowanie (choć ograniczonego do konkretnych przypadków) i weryfikację modelu numerycznego opisującego zachowanie się filmu gazowego w szczelinie łożyskowej łożyska foliowego. Na podstawie badań własnych i literaturowych Habilitant określił najważniejsze problemy związane z tworzeniem modelu numerycznego opisującego pracę łożyska foliowego. Zalicza do nich: konieczność jak najdokładniejszego zdefiniowania otoczenia zjawiska i krytycznych warunków brzegowych.

Zawarte w monografii wyniki badań umożliwią dalsze pogłębianie wiedzy dotyczącej poznania zjawisk zachodzących w filmie gazowym łożyska foliowego. Pozwoli to na pełniejsze, uwzględniające m.in. zalety i wady łożysk gazowych, usystematyzowanie wiedzy na temat podstaw działania, budowy i eksploatacji łożysk foliowych.

Recenzowana monografia stanowi wartościowe dzieło naukowe łączące w sobie dużą dozę wartości poznawczej z informacjami o charakterze użytkowym. Habilitant wniósł wartościowy wkład w rozwój badań łożysk foliowych w maszynach przepływowych.

Rozprawa habilitacyjna dr. inż. Jakuba Łagodzińskiego spełnia wymagania stawiane przez Ustawę o Stopniach i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki i może być podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna (do której zalicza się także dyscyplinę Budowa i Eksploatacja Maszyn).

4. Ocena pozostałego dorobku naukowego

W zamieszczonym w dostarczonych materiałach załączniku 2 „*AUTOREFERAT*” Habilitant zamieszcza „Wykaz innych (niewchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w punkcie 4) opublikowanych prac naukowych”. Zauważone następujące nieprawidłowości związane przede wszystkim z kolejnością autorów w odniesieniu do 5. spośród 10. zamieszczonych tam pozycji z grupy publikacje z wykazu czasopism naukowych posiadających współczynnik wpływu Impact Factor albo wyróżnionych w bazie Journal Citation Reports (JCR):

- Jest - **Łagodziński, J., Kozanecki, Z., Tkacz, E., Miazga, K.** (2014) *Oil-Free Bearings for Hermetic High-Speed Turbomachinery*. Journal Of Vibration Engineering & Technologies (wcześniej: Advances in Vibration Engineering). Krishtel Emaging Solutions - powinno być: **Kozanecki, Z., Tkacz, E., Łagodziński, J., Miazga, K** - wg Web of Science z dnia 23.03.2020.
- Jest - **Łagodziński J., Kozanecka D., Kozanecki Z.** (2011) *Active magnetic damper in a power transmission system*, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Journal Elsevier, No 16 (2011), pp. 2273-2278. - powinno być: **Kozanecka, D., Kozanecki, Z., Łagodziński, J.** - wg Web of Science z dnia 23.03.2020.
- Jest - **Łagodziński J., Kozanecka D., Kozanecki Z., Tkacz E.**, *Experimental Research Of Oil-Free Support Systems To Predict The High-Speed Rotor Bearing Dynamics*, International Journal of Dynamics and Control, Springer Berlin Heidelberg (2014), DOI 10.1007/s40435-014-0074-9, - powinno być: **Kozanecka, D., Kozanecki, Z., Tkacz, E. et al.** -wg <https://link.springer.com/article/10.1007/s40435-014-0074-9#citeas>.

- Jest - **Łagodziński, J., Z. Kozanecki, E. Tkacz, D. Kozanecka**, *A Self-Acting Gas Journal Bearing with a Flexibly Supported Foil - Numerical Model of Bearing Dynamics*, International Journal Of Structural Stability And Dynamics Vol. 17 Issue: 5. – a powinno być: **Tkacz E., Kozanecki, Z., Kozanecka D., Łagodziński, J.** - wg Web of Science z dnia 23.03.2020.
- Jest - **Kozanecki, Z., Łagodziński, J., Tkacz, E., Miazga, K.** High-speed Hermetic Turbogenerator With A Hybrid Bearing System, Journal Of Vibrational Engineering And Technologies 6(1), 8 2018 Volume: 6 Issue: 4 pp. 325-331 DOI: 10.1007/s42417-018-0042 – powinno być: **Tkacz, E., Kozanecki, Z., Łagodziński, J.** - wg Web of Science z dnia 14.03.2020.

Dorobek naukowy dr inż. Jakuba Łagodzińskiego, oprócz opiniowanej monografii, obejmuje, wg danych na dzień 20.03.2020, autorstwo lub współautorstwo 15. artykułów indeksowanych w bazie JCR wg Web of Science (wszystkie opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora), 11 publikacji w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR (w tym 3 przed doktoratem). Wyniki swoich badań Habilitant opublikował jako autor/współautor w 2. Monografiach polskojęzycznych. Wg bazy WoS liczba cytowań na dzień 20.03.2020 r. wynosi 31 (24 bez autocytoowań), zaś indeks Hirscha h-index 3. Sumaryczny Impact Factor po doktoracie to 6,044.

W bazie Scopus indeksowanych jest 16 publikacji autorstwa/współautorstwa Habilitanta, a liczba cytowań na dzień 20.03.2020r. wynosi 48 (37 bez autocytoowań), zaś indeks Hirscha h-index 5. Suma punktów liczonych wg kryteriów MNiSW to 187 pkt. (8 pkt. przed doktoratem).

Habilitant brał aktywny udział na 33 międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych (4 przed doktoratem). Był współautorem 9. (2. przed doktoratem) ekspertyz lub innych opracowań realizowanych na zamówienie m.in. PSA Peugeot Citroen, PKN Orlen Płock.

Habilitant recenzował prace naukowe opublikowane w następujących czasopismach naukowych: *Central European Journal of Engineering, Transactions of the IFFM, International Journal of Stability and Dynamics, Diagnostyka, Mechanics and Mechanical Engineering*.

Podkreślić można aktywny udział Habilitanta, jako kierownika lub wykonawcy w 12. projektach krajowych i międzynarodowych oraz finansowanych w ramach funduszy europejskich z Europejskiego Funduszu Społecznego z Programu Operacyjny Kapitał Ludzki (2 przed doktoratem) takich jak np.:

- Projekt przemysłowy „*Air foil bearings development and industrialization support*”, – w trakcie realizacji na rzecz międzynarodowej firmy z branży automotive/aerospace (poufne)-kierownik projektu ,
- Projekt kluczowy nr POIG.01.01.02-00-016/08 pt. „*Modelowe kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych i odnawialnych źródłach energii*”. Lider projektu: IMP PAN. Realizacja projektu w latach 2008-2013. - wykonawca projektu.
- Projekt strategiczny NCBiR, Zadanie Badawcze Nr 4 pt. „*Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych*”. Projekt współfinansowany przez NCBiR. Konsorcjum: IMP PAN - Energa. Realizacja projektu w latach 2012-2015. - wykonawca projektu,
- Prace badawcze na mocy porozumienia techniczno-badawczego między Airbus Helicopters Polska sp. z o.o. a Politechniką Łódzką. Udział w projekcie pt: „*Flexible couplings prototype development and horizontal transmission tests*” (2015 – do chwili obecnej) - wykonawca projektu

Habilitant za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną 7 razy został uhonorowany nagrodami zespołowymi II i III stopnia JM Rektora Politechniki Łódzkiej.

Dr inż. Jakub Łagodziński opiekował się naukowo jako promotor pomocniczy przewodem doktorskim prowadzonym przez dr inż. Elizę Tkacz w latach 2013-2015, na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej.

Podsumowując tą część Opinii oceniam dorobek naukowy dr. inż. Jakuba Łagodzińskiego jako wystarczający do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna (do której zalicza się także Budowa i Eksploatacja Maszyn).

5. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego

Od momentu zatrudnienia na etacie adiunkta w Politechnice Łódzkiej (tj. od 2010r.) dr inż. Jakub Łagodziński aktywnie i twórczo uczestniczy w realizacji zadań dydaktycznych. Jest kierownikiem Przedmiotu Technologie i Maszyny Energetyczne II (Wydział Mechaniczny, kierunek Energetyka, studia pierwszego stopnia, niestacjonarne). Podwyższał swoje kwalifikacje dydaktyczne biorąc m.in. udział w 5. kursach i szkoleniach z zakresu dydaktyki, modelowania numerycznego i diagnostyki maszyn. W latach 2011–2016 był Koordynatorem PŁ ds. praktyk studenckich w firmie Dalkia/Veolia Łódź. Od roku 2017 jest Członkiem Komisji dydaktycznej ds. Kierunku Energetyka. Opiekował się 18. pracami inżynierskimi i 6. magisterskimi, z których trzy zostały wyróżnione.

Oceniam dorobek dydaktyczny, organizacyjny dr. inż. Jakuba Łagodzińskiego, jako co najmniej wystarczający do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna (do której zalicza się także dyscyplinę Budowa i Eksploatacja Maszyn).

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę rozprawy habilitacyjnej oraz całokształtu działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej i organizacyjnej stwierdzam, że dr. inż. Jakub Łagodziński spełnia większość warunków określone w art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami, dla uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego a także wytyczne zawarte w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz w rozporządzeniu MNiSW z dnia 19 stycznia 2018 roku.

W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie Pana dr. inż. Jakuba Łagodzińskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie: Nauki Techniczne w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna (do której zalicza się także dyscyplinę Budowa i Eksploatacja Maszyn).

