

RECENZJA

pracy doktorskiej

Pana mgra inż. Mariusza Bierońskiego

pt.

„Opracowanie metodologii prognozowania częstotliwości drgań własnych (NVH) w odlewach tarczy hamulcowej na etapie projektowania”

przedstawionej w dyscyplinie „Inżynieria Materiałowa”

wykonanej pod opieką promotora Pana dra hab. inż. Andrzeja Zyski, prof. PCz,

opracowana na zlecenie

Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa

(pismo dr hab. inż. Agaty Dudek, prof. PCz

Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów

z dnia 01.04.2021 r.)

1. Ocena ważności i celowości podjętej tematyki badawczej

Odlewy tarcz hamulcowych jak i inne, z których wykonuje się elementy układu zawieszenia pojazdów mechanicznych należą do grupy zwanej w odlewniach „odlewami krytycznymi”, „odlewami bezpieczeństwa” itp. co powoduje, że stawiane im są najsurowsze wymagania jakościowe. Podlegają więc bardzo starannym badaniom własności wytrzymałościowych, obecności wad wewnętrznych oraz analizie metalograficznej mikrostruktury. Biorąc jednak pod uwagę coraz większy nacisk kładziony nie tylko na bezpieczeństwo, ale i komfort jazdy, rozpatruje się także inne ich własności i cechy, które ten komfort mogą obniżać. Jedną z nich jest podatność tarczy hamulcowej na wpadanie w drgania podczas hamowania. Mogą one generować duży i irytujący hałas, który obecnie traktowany jest na równi z innymi zanieczyszczeniami środowiska a pojęcie „zanieczyszczenia hałasem” jest coraz częściej spotykane. Ponadto nadmierne drgania powodować mogą przyspieszone i nierównomierne zużycie tarczy, co drastycznie zmniejsza jej trwałość eksploatacyjną. Dlatego producenci odlewów tarcz hamulcowych, zwłaszcza wiodący na rynku

a pracownikiem takiej odlewni jest Doktorant, od dłuższego już czasu traktują ww. problem bardzo poważnie. Dotychczas jednak dominowało podejście reaktywne, gdy odlane a potem obrobione tarcze podlegały analizie wibroakustycznej jako jednej z dedykowanych metod oceny ich jakości użytkowej. Powodowało to jednak, że zdiagnozowane na tym etapie wady mogły dyskwalifikować odlew na stosunkowo późnym już etapie wytwarzania. Dlatego podjęcie przez Autora rozprawy tematu prognozowania częstotliwości drgań własnych odlewów tarcz hamulcowych jest bardzo cenne i wpisuje się doskonale w trend poprawy komfortu jazdy. Jest to przy tym naukowo bardzo skomplikowany problem, ponieważ łączy ze sobą nie tylko szereg typowo materiałowych zagadnień, wynikających z składu chemicznego stopu, czystości metalurgicznej czy końcowej mikrostruktury, ale i zagadnienia inżynierii mechanicznej, czyli obszar konstrukcji maszyn oraz drgań mechanicznych.

Mogę więc z pełnym przekonaniem stwierdzić, że opiniowana praca wpisuje się nie tylko w dyscyplinę naukową *Inżynieria Materiałowa*, ale wkracza także w domenę *Inżynierii Mechanicznej* powodując, że można mówić o jej interdyscyplinarności. Wpisuje się oczywiście także w nieistniejącą już dyscyplinę *Meturgia*, w której Doktorant rozpoczynał swoją pracę. Ponadto uważam, że tematyka pracy jest ciekawa zarówno z naukowego jak i użytecznego punktu widzenia i jej podjęcie uznaję za celowe i wartościowe.

2. Układ pracy i dobór źródeł literaturowych

Praca składa się z 10 numerowanych rozdziałów i napisana jest na 138 numerowanych stronach, w typowym dla rozpraw doktorskich układzie, czyli z wyraźnym podziałem na część stanowiącą przegląd literatury, oraz część stanowiącą opis badań własnych i uzyskanych wyników o czym Autor informuje w pierwszym zdaniu *Streszczenia*. Pracę kończą *Literatura*, *Spis rysunków* i *Spis tabel*.

Układ pracy oraz proporcje poszczególnych jej części uważam za właściwe. Przegląd literatury napisany jest ciekawie i spójnie i zawiera po ciekawym i syntetycznym Wprowadzeniu treści ściśle związane z tematyką pracy. Częstym błędem autorów rozpraw doktorskich, którego ustrzegł się Doktorant, jest umieszczanie w rozprawie zbyt podstawowych na tym poziomie treści. W przypadku recenzowanej pracy uważam wręcz, że Autor umieścił w niej niepotrzebnie, pełny algorytm przeprowadzania teoretycznej analizy modalnej wprowadzając 25 równań. Wystarczyło zarysować ją krótko, wskazując źródła pełnej wiedzy w temacie, ponieważ dla pracy nie wnosi to zbyt wiele wartości dodanej. Doktorant wykorzystał 81 pozycji literatury, co w przypadku pracy doktorskiej jest liczbą wystarczającą, choć spis literatury zawiera 84 rekordy. Jest to wynikiem błędów wynikających pewnie z pośpiechu, który spowodował, że 3 pozycje wymienione zostały dwukrotnie! Są to pozycje: [9] i [27], [18] i [83] oraz [47] i [50]. Duży niedosyt budzi wiek cytowanych źródeł, ponieważ tych wydanych w roku 2015 i później jest zaledwie 4/81 czyli niecałe 5%. W kilku pozycjach

spisu literatury brak jest daty wydania a cały spis jest opracowany dość niestarannie i bez wykorzystania spójnego stylu cytowania bibliografii. Mocną stroną doboru źródeł jest ich różnorodność, ponieważ Autor cytuje wiele książek, publikacji, referatów konferencyjnych czy też stron internetowych. W niektórych jednak przypadkach wątpliwości może budzić wspieranie twierdzeń Autora przez publikacje wydane nawet 30 lat wcześniej, zwłaszcza jeśli dotyczy to aktualnego stanu opisu rynku odlewniczego czy motoryzacyjnego. W przeglądzie literatury zaznaczyłem szereg uwag i komentarzy, które przekażę Autorowi pod rozwagę.

Wypunktowane niedoskonałości pracy nie dyskwalifikują jej jednak i podsumowując stwierdzam, że układ pracy oraz dobór źródeł literaturowych oceniam dobrze.

3. Tezy i cele pracy

Na stronie 48 rozpoczyna się rozdział *II.1. Koncepcja, cele i teza pracy*. Autor bardzo szczegółowo i zrozumiale opisuje w nim wymienione aspekty, wyróżniając dodatkowo cel praktyczny rozprawy (jako pierwszy), tezę i na końcu zestaw czterech głównych celów poznawczych. Biorąc pod uwagę wdrożeniowy charakter pracy, takie podejście można uznać za celowe, choć należy pamiętać, że praca doktorska jest podstawą uzyskania stopnia naukowego, czyli jej aspekt naukowy powinien stać zawsze na pierwszym miejscu. Sformułowania celów i tezy nie budzą zastrzeżeń, ale nie uważam za właściwe przedstawienie na rys. 23, str. 49 porównania aktualnej i opracowanej w ramach prac Autora, metodologii prognozowania częstotliwości drgań własnych tarczy. W efekcie takiego podejścia jeszcze przed opisem badań własnych mamy zaprezentowaną bardzo istotną część ich rezultatów. **Podsumowując stwierdzam, że zarówno cel jak i teza pracy sformułowane są właściwie, a lektura części badawczej pracy, zwłaszcza omówienia i podsumowania wyników badań oraz stwierdzeń i wniosków końcowych pozwala stwierdzić, że cele zostały osiągnięte a teza wystarczająco wiarygodnie udowodniona.**

4. Ocena stosowanej metodologii, opisu badań własnych oraz dyskusji wyników

Opis przeprowadzonych badań oraz analiza ich wyników poprzedzone są przedstawieniem planu pracy oraz metodyki badań na rys. 24, str. 54. Następnie Autor opisuje zrealizowane badania, rozpoczynając od materiału do badań, poprzez wykorzystywane urządzenia i przyrządy badawcze oraz metody badań i dalej prezentuje uzyskane wyniki. **W tym zakresie rozprawę oceniam dobrze i stwierdzam, że Doktorant wykazał się dobrym warszatem badawczym oraz adekwatną do jego zastosowania wiedzą, co pozwoliło mu na uzyskanie wartościowych i ciekawych wyników.**

Niestety, Autor nie ustrzegł się wielu błędów i niedociągnięć, które obniżają ogólną pozytywną ocenę rozprawy w tym aspekcie. Najważniejsze z nich przytoczyłem poniżej:

- W opisie przebiegu wytopów znalazło się wiele zdjęć (rys. 25, 26, 28- 31, 33), które przedstawiają tak typowe procesy w odlewni oraz urządzenia procesowe i pomiarowe, że ich umieszczanie w pracy doktorskiej nic do niej nie wnosi. Zamiast takich zdjęć bardziej wartościowe byłoby przedstawienie schematów ideowych albo działania niektórych z nich jak np. systemu do analiz termicznej Itaca czy urządzenia do badania wytrzymałości.
- Gdyby usunąć zdjęcie z rys. 31 można było powiększyć schemat położenia miejsc pomiarowych do badań twardości, który byłby bardziej czytelny.
- Rys. 32 jest zdecydowanie zbyt mały a niektóre opisy niemal nieczytelne, a blisko 1/3 strony jest pusta.
- Rys. 34 przedstawia zdjęcia (zrobione moim zdaniem telefonem komórkowym) wprost z ekranu monitora. Są nie tylko mało estetyczne, ale także nieczytelne. Należało albo zrobić właściwy zrzut ekranu albo przepisać wyniki do arkusza kalkulacyjnego i wygenerować wykresy samodzielnie. Takie przedstawienie jak w pracy nie przystoi kandydatowi do stopnia doktora nauk technicznych.
- **Rys. 35 – jakie było dokładne położenie punktów pomiarowych. Można się domyślać, że co 120° kątowych, ale na jakiej średnicy? Takie informacje powinny być w pracy przekazane dokładnie.**
- Rys. 40 może być traktowany jedynie jako poglądowy, ponieważ wszystkie opisy w tym zasadniczy, czyli barwna podziałka zakresów wartości, są bardzo trudne do bezbłędnego odczytania.
- Rys. 41 nie jest niestety schematem wykonania badania (por. uwaga pierwsza) a zdjęciami stanowiska. Kontynuacją jest rys. 42 który przedstawia „ustawienie wysokości młoteczka/mikrofonu” a nie jesteśmy z niego w stanie tej wysokości określić.
- Do rys. 44 odnosi się analogiczna uwaga jak wyżej.
- Rys. 59 należało powiększyć, być może nawet przedstawić go w pozycji pionowej dla poprawy czytelności.
- Str. 99 i dalej – jakiego użyto programu do analiz statystycznych? Uważam, że wyniki na rys. 64, 65, 67, 68-73 należało opracować samodzielnie i przedstawić bardziej czytelnie i zrozumiale.
- **Rozdział II.8: na rys. 82 przedstawiono wykres zmienności badanych częstotliwości dla 23 nowych uruchomień. Jednak z tekstu nie wynika, z jakiego okresu pochodzą dane? Czy są to wszystko badania Doktoranta? Czy jest to wprost rezultat jego pracy doktorskiej?**

Wartość naukową rozprawy, mimo uchybień, które wymieniłem i tych, które zaznaczyłem w tekście pracy oceniam jako dostateczną dla uzyskania stopnia doktora nauk technicznych. Należy także podkreślić dużą praktyczną wartość wyników dla odlewni, w której pracuje Autor.

5. Strona edycyjna pracy oraz poprawność językowa i stylistyczna

Niestety, ta strona rozprawy pozostawia wiele do życzenia, ponieważ w pracy znalazłem wiele błędów językowych, gramatycznych, stylistycznych i edytorskich. Uważam, że taka ich liczba nie powinna znaleźć się w rozprawie doktorskiej. Jeśli Autor ma problemy z tym aspektem swojej pracy (nierzadkie są dysfunkcje w tym obszarze, które należy wziąć pod uwagę jako okoliczność łagodzącą), powinien wesprzeć się profesjonalną korektą. Wszystkie znalezione przeze mnie błędy zaznaczyłem w swoim egzemplarzu rozprawy i zamierzam przekazać go Autorowi.

Graficzna strona pracy stoi natomiast na dobrym poziomie, choć kilka rysunków w przeglądzie literatury oraz w opisie badań należałoby powiększyć i poprawić dla lepszej czytelności.

6. Uwagi krytyczne o charakterze merytorycznym do dyskusji

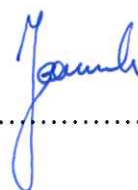
Recenzowana praca posiada niewątpliwie istotne walory poznawcze i użyteczne i stanowi wartościowy wkład Autora w obszarze badań nad jakością i walorami użytkowymi odlewów tarcz hamulcowych. Lektura rozprawy wzbudza jednak pewne wątpliwości i prowokuje pytania, z których najważniejsze zestawilem poniżej i na nie oczekuję od Doktoranta odpowiedzi:

- Wniosek 3: Jego sformułowanie nie jest dla mnie do końca zrozumiałe, choć rozumiem jego sens. W pracy natomiast nie znalazłem uzasadnienia wystąpienia takiej zależności. Proszę o omówienie powodów jej istnienia.
- Wniosek 4: Dlaczego występuje zależność między konstrukcją tarczy (pełna i wentylowana) i twardością w badanych obszarach? W pracy Autor tego nie wyjaśnił.
- Jaki jest ostatecznie wpływ wdrożonej metodyki prognozowania na poziom braków w produkcji odlewów tarcz hamulcowych?
- Proszę także o odniesienie się do uwag zapisanych czcionką pogrubioną w pkt. 4 recenzji.

7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Pomimo moim zdaniem zbyt licznych niedociągnięć językowych i edytorskich a także merytorycznych wątpliwości i uwag krytycznych recenzowaną rozprawę oceniam dobrze i uważam, że jest ona wartościowa przede wszystkim ze względu na nowatorskie podejście do tematu. Stwierdzam także, że Doktorant wykazał się wystarczającą umiejętnością opracowania krytycznego przeglądu literatury i na jego podstawie sformułował poprawne cele oraz tezę, którą następnie udowodnił w poprawnie zaplanowanym i zrealizowanym planie badawczym.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że praca doktorska pana mgra inż. Mariusza Bierońskiego pt. „*Opracowanie metodologii prognozowania częstotliwości drgań własnych (NVH) w odlewach tarczy hamulcowej na etapie projektowania*” spełnia wymagania stawiane przez Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z dnia 30 stycznia 2018 r. poz. 261) oraz Ustawę z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw, wobec czego wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Częstochowskiej o dopuszczenie Kandydata do publicznej obrony.



.....