

Dr hab. inż. Witold Piekoszewski, prof. nzw.
Instytut Technologii Eksploatacji-PIB
Zakład Tribologii
Ul. Pułaskiego 6/10
26-600 RADOM

Radom, 2.12.2017

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki LENART

Tytuł rozprawy: „*Wpływ struktury geometrycznej powierzchni na właściwości tribologiczne skojarzeń trących w warunkach frettingu*”

Recenzja została przygotowana na podstawie zlecenia prof. dr. hab. inż. Jarosława SĘPA, Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, z dnia 2 października 2017 r.

1. Charakterystyka ogólna

Rozprawa liczy ogółem 200 stron i składa się z 9 rozdziałów, podzielonych na tematycznie podrozdziały. Doktorantka w rozprawie zacytowała 125 pozycji bibliograficznych; wśród nich 3 jako współautorka.

2. Ocena podjętego tematu

Tematyka pracy jest aktualna i naukowo uzasadniona. Fretting inaczej zużycie cierno korozyjne definiuje się wg PN-91/M-04301, jako „zużycie powierzchni trących się ciał na skutek ich ruchu względnego, oscylacyjnego o małej amplitudzie, w wyniku cyklicznego oddziaływania obciążeń mechanicznych oraz utleniania”. Problemy związane ze zużyciem frettingowym są przedmiotem wielu badań naukowych. Spowodowane jest to głównie negatywnymi skutkami tego procesu, które mogą doprowadzić do awarii maszyn i urządzeń. Ze zużyciem typu fretting można spotkać się, jak podaje autorka dysertacji, w wielu połączeniach zarówno w budowie maszyn, lotnictwie, kolejnictwie, na powierzchni styków elektrycznych, w urządzeniach siłowni nuklearnych, jak również w medycynie (złącza sztucznych stawów i elementów ortopedycznych łączących złamane kończyny). W szczególności ze zużyciem tego typu mamy do czynienia w połączeniach wciskowych czy nitowanych pracujące w warunkach zmiennych obciążeń. Doniesienia literaturowe oparte na podstawie wielu badań i analiz wskazują, że struktura geometryczna powierzchni (SGP) może mieć istotny wpływ na inicjację zużycia frettingowego. W zawiązku z powyższym ważne jest, w jaki sposób topografia powierzchni wpływa na zużycie frettingowe, tak aby na etapie projektowania móc wyeliminować, chociaż częściowo, zużycie podczas eksploatacji.

3. Tytuł pracy

Tytuł rozprawy: „Wpływ struktury geometrycznej powierzchni na właściwości tribologiczne skojarzeń trących w warunkach frettingu” wg recenzenta został sformułowany właściwie do problemów, których dotyczy rozprawa. Relacje pomiędzy procesem zużywania a właściwościami charakteryzującymi stanu materiałów wynikają między innymi z technologii obróbki elementów współpracujących czy warunków eksploatacji. Należy zaznaczyć, że z

punktu widzenia wpływu parametrów materiałowych i wymuszeń tribologicznych na mechanizmy (zjawiska) procesu zużycia nie jest ważne, czy jest to fizyczny model, czy obiekt rzeczywisty. Ma to oczywiście znaczenie tylko w stopniu przeniesienia wartości parametrów wymuszeń zewnętrznych generujących tą destrukcję.

4. Cel i zakres pracy

Autorka sformułowała cel pracy, którym jest określenie wpływu struktury geometrycznej powierzchni na tarcie i zużycie w „warunkach frettingu”. Sam cel uważam za bardzo ambitny i do jego osiągnięcia konieczne jest przeprowadzenie bardzo obszernych badań eksperymentalnych.

Niezrozumiałe jest jednak podanie w tym samym akapicie, że badania dotyczą styku punktowego kulka–tarcza z wykorzystaniem tarcz o różnej chropowatości przy zróżnicowanych warunkach współpracy co znacznie zawęża zakres badań a tym samym uogólnienie wyników. Stwierdzenie, że początkowa chropowatość powierzchni wywiera wpływ na zjawiska zachodzące w „warunkach frettingu” wydaje się prawdziwe, jednak wyniki badań wpływu struktury geometrycznej powierzchni na właściwości tribologiczne skojarzeń trących są, jak wynika z dostępnej literatury, niejednoznaczne. Sądzę, że to ostatnie sformułowanie dot. wpływu struktury geometrycznej powinno znaleźć się w podsumowaniu przeglądu literatury, natomiast dotyczące badanego styku należy umieścić w opisie metodyki badań, a nie w celu i zakresie badań.

Niestety doktorantka nie pokusiła się na sformułowanie tezy pracy, natomiast przedstawiony zakres pracy wydaje się zbyt obszerny aby podstawowy cel osiągnąć.

5. Układ pracy, redakcja, literatura

Rozprawa stanowi, ujęcie stanu wiedzy dotyczące zużycia frettingowego w świetle dotychczasowych badań oraz opis, przebieg i dyskusję wyników badań własnych w zakresie wymienionym w rozdz. 3. Przegląd literatury przedmiotu stanowi 36 z 200 stron opracowania. Opis badań własnych i analizy wyników zrealizowanych eksperymentów zajmują zasadniczą jej część (s. 44÷193).

Praca napisana jest w zasadzie poprawnie. Wyjątki związane z nieprecyzyjnymi określeniami i zawiłościami opisów nie zmieniają mojej oceny. Niefortunności te wynikają z potocznych wyrażen, skrótów myślowych oraz zapożyczeń językowych, które przez autorkę są używane i postronnego czytelnika mogą wprowadzić w błąd. Przykładowe niedociągnięcia zawarłem w uwagach szczegółowych.

Wykaz literatury obejmuje 125 pozycji prezentujące wyniki badań i stan wiedzy w obszarze, którego dotyczy tematyka pracy. Nie dopatrzyłem się w dysertacji powołania na publikacje 21, 40, 67, 82 i 99.

6. Ocena merytoryczna

W przedstawionej do recenzji pracy podjęto się próby wyjaśnienia wpływu struktury geometrycznej powierzchni (SGP) elementów, ukształtowanej w wyniku procesu technologicznego, na ich charakterystyki tribologiczne w warunkach występowania „zużycia frettingowego”.

W części literaturowej dysertacji autorka dokonuje, w pierwszej kolejności przeglądu definicji i terminologii dot. frettingu, charakteryzuje obszar styku, w którym może wystąpić fretting oraz przedstawia jego klasyfikację. Następnie przechodzi do omówienia

charakterystyk zużycia frettingowego i czynników mające wpływ na nie takich jak: obciążenie normalne, liczba cykli, amplituda i częstotliwość oscylacji, temperatura otoczenia, twardości elementów tworzących styk czy środowiska w którym on się znajduje. Kolejno omawia bardzo istotne, w odniesieniu do tytułu dysertacji, dotychczasowe badania dot. wpływu struktury geometrycznej powierzchni elementów współpracujących na fretting, kończąc ten rozdział wnioskami.

Należy zaznaczyć w tym miejscu, że wnioski te powinny być ukierunkowane na zagadnienie, które w swojej dysertacji autorka chce wyjaśnić i które jednak powinny być związane z tematem dysertacji. Najistotniejszymi sformułowanymi jakie doktorantka przedstawia na podstawie przeglądu literatury, w odniesieniu do tytułu dysertacji, są stwierdzenia ujęte w punkcie 2. Oczywiście jakie zostały wymienione w pk. 1 i 5 trudno uznać za wnioski. Niektóre z tych wniosków posłużyły doktorantce do sformułowania celu i zakresu pracy, do których ustosunkowałem się w punkcie 3 niniejszej recenzji.

W rozdziale 4 pt. „Charakterystyka zastosowanej aparatury badawczej i metod pomiarowych” doktorantka przedstawia materiały użyte do badań, zastosowaną aparaturę oraz metody pomiarowe. Według recenzenta dla przejrzystości opracowania rozdział ten winien nosić tytuł „Metodyka badania” i w nim powinny być zawarte informacje dot. m. in. obiektów badań (materiał, SGP, przygotowanie do badania), stanowiska badawczego i przyrządów pomiarowych, metod badawczych i pomiarowych, warunków oraz pozostałe informacje związane z przygotowaniem i przeprowadzeniem badań. Trudne do zaakceptowania jest postawienie przez doktorantkę „w jednym szeregu” opisu aparatury pomocniczej (polerki, frezarki, szlifierki) i służącej do badań zasadniczych (tribometru SRV, profilometru CCI czy mikroskopu skaningowego).

Kolejne cztery rozdziały (5, 6, 7, 8) dotyczą zasadniczej części pracy tj. uzyskanych wyników badań zużyciowych oraz ich analizy.

Badania przeprowadzono na tribometrze Optimol SRV posiadającym skojarzenie cierne typu kula-tarcza, którego elementy współpracują w ruchu oscylacyjnym. Wydaje się, że przy takiej konfiguracji węzła tarcia, trudno będzie autorce wyciągnąć wnioski natury ogólnej. Jak podaje doktorantka, tarcze wykonano różnymi technologiami obróbki, w celu uzyskania zróżnicowanej struktury geometrycznej powierzchni. Trzeba jednak podkreślić, że to zróżnicowanie SGP dotyczy tylko jednego z elementów systemu tribologicznego, co w znacznym stopniu zawęża możliwości interpretacyjne uzyskanych wyników, ale pozwala na porównanie rezultatów badań.

Plusem w układzie redakcyjnym dysertacji, który ułatwia lekturę w/w rozdziałów i analizę zawartości, jest modułowy, powtarzane w tym samym „układzie” opis warunków badań, uzyskanych wyników i ich analiza, dla wszystkich ujętych w zakresie pracy wariantów. Należy zaznaczyć, że przedstawiony materiał badawczy jest bardzo obszerny i mógłby posłużyć do napisania kilku prac kwalifikacyjnych.

Przed ustosunkowaniem się do osiągniętych rezultatów badań chciałbym stwierdzić, że informacje podane w „warunkach badań” są pisane w bardzo zawiły sposób, i wiele z nich jest powtarzanych. Według recenzenta zestawienie parametrów badań w postaci tabelki zwiększyło by przejrzystość tego opisu. Dodatkowa uwaga to, że we wszystkich przypadkach przyjęte parametry badań, warunki i materiały przyjmowane były arbitralnie bez komentarza, dlaczego? Np. dlaczego tarcze miały twardości 40, 47 i 60 HRC, dlaczego wykonano tarcze z różnych stali itp.

Trudno mi jest również zrozumieć, dlaczego doktorantka tak dużo uwagi poświęca charakterystykom tarciovym badanych skojarzeń, skoro o trwałości współpracujących elementów („w warunkach frettingu”) decydują przede wszystkim charakterystyki zużyciowe, i im przede wszystkim powinna być poświęcona uwaga. Mam nadzieję, że na obronie pracy to zostanie wyjaśnione.

W rozdziale piątym doktorantka przedstawia wyniki badań i analizę wpływu struktury geometrycznej powierzchni tarcz na opory tarcia oraz zużycie badanego skojarzenia w „warunkach frettingu” przy tarcu technicznie suchym. Zaprezentowane wyniki dotyczą skojarzeń, w których twardość tarcz była zróżnicowana. Uzyskane wyniki wykazały, że „początkowa chropowatość powierzchni tarczy miała znaczący wpływ na tarcie suche w warunkach frettingu całkowitego. Nasuwa się pytanie - co z charakterystykami zużyciowymi? Niestety to ostatnie sformułowanie jest bardzo ogólne i oczywiste nawet bez przeprowadzenia badań.

Niezrozumiałe dla recenzenta jest, w jakim celu przeprowadzono pomiary naprężeń własnych w tarczach przed biegiem badawczym. Przedstawienie wyników pomiarów naprężeń w tabelkach bez komentarza, miało chyba udokumentować, że takie pomiary zostały zrealizowane. Szkoda, że doktorantka nie przedstawiła wyników pomiarów naprężeń po biegach badawczych i nie pokusiła się o powiązanie tych naprężeń z frettingiem i SGP.

Pewnym utrudnieniem przy omawianiu i analizie wyników badań, jest posługiwanie się przez autorkę symbolami, określającymi zarówno technologie obróbki jak i warunki przeprowadzenia badań. Przykładem niech będą informacje zebrane w Tabelach 5.4÷5.6 (str.61÷63). Trudno jest analizować wpływ parametrów SGP, które są ujęte w Tab. 5.1 z wynikami zużycia przedstawionymi w Tabelach 5.4÷5.6. Z pewnością przy analizie wyników badań bardzo interesujące dla czytelnika jest powiązanie frettingu z wybranymi parametrami SGP, które mają największy wpływ na zużycie frettingowe. Ponadto wydaje się, że przedstawienie wyników badań zużyciowych w postaci tabel, utrudnia ich analizę (przykładowo Tablica 5.4. str. 61). Zdecydowanie łatwiej byłoby te wyniki porównywać, gdyby przedstawiono je w postaci wykresów np. słupkowych. Kolejne pytanie dotyczy rozrzutu wyników badań zużycia - jakie one były? Autorka podaje, że przynajmniej trzykrotnie powtarzano biegi badawcze, dla określonego skojarzenia przy identycznych parametrach badań.

Kolejny rozdział dotyczy wpływ struktury geometrycznej powierzchni tarczy stalowej w kontakcie z kulką ceramiczną. Analiza wyników badań tribologicznych tych par ciernych pozwoliła autorce stwierdzić, że zużycie tarczy było znacznie większe niż zużycie kulki. Dominującym mechanizmem niszczenia było zużycie ściernie. Średni współczynnik tarcia i zużycie objętościowe układu tribologicznego były odwrotnie proporcjonalne do wysokości nierówności powierzchni tarcz. Dla większej twardości tarczy zależności te były silniejsze. Wzrost twardości tarczy spowodował spadek zużycia i niewielki wzrost współczynnika tarcia. Z spostrzeżeniami tymi należy się zgodzić, gdyż w skojarzeniach stal-ceramika bardziej intensywnie zużywają się elementy stalowe.

Rozdział 7 dysertacji poświęcony jest wpływowi usuwania produktów zużycia na fretting. Nasuwa się pytanie jak skutecznie i po co to robić. Jak usuwać produkty zużycia ze strefy styku w przypadku gdy mamy do czynienia z amplitudą ruchu rzędu dziesiątej części milimetra. Oczywiście w przypadku badanego przez doktorantkę modelowego styku jest to możliwe, ale w rzeczywistych węzłach tarcia nikt przedmuchu nie będzie stosował. Powszechnie wiadomo, że twarde produkty zużycia (tlenki) podczas tarcia zagnieżdżają się w

materiale mniej twardym i powodują zazwyczaj wzrost jego odporności na zużycie. Natomiast to, że ich obecność może wpływać na opory tarcia, z punktu trwałości styku wydaje się mało interesująca i z tego powodu małe zainteresowanie badaczy tym zagadnieniem. Autorka zastosowała dwie metody usuwania produktów zużycia ze strefy styku. Pierwsza z nich, to przedmuch powietrzem o znanym ciśnieniu a druga to metoda wykonywania wgłębień na polerowanych tarczach stalowych. Ta druga metoda wydaje się być dyskusyjna, oczywiście jako sposób usuwania produktów zużycia.

Analiza wyników pozwoliła stwierdzić, że całkowite zużycie analizowanych systemów tribologicznych wzrosło wskutek usuwania produktów zużycia metodą przedmuchów. Nasuwa się pytanie - dlaczego?

W rozdziale 8 doktorantka omawia wyniki badań wpływu struktury geometrycznej powierzchni tarcz na fretting w warunkach smarowania olejem. Niestety i w tym przypadku brak sensownego wytłumaczenia jaki był cel badania i dlaczego zastosowano ten rodzaj oleju. Wydaje się, że podawanie jego charakterystyki i zastosowania jest zbyteczne. Ponadto w przypadku styku smarowanego informacja, że badania przeprowadzono przy wilgotności względnej wynoszącej 25÷40% jest przesadą, bo strefę tarcia przed oddziaływaniem środowiska w tym przypadku chroni środek smarowy. Sformułowanie doktorantki, że współczynnik tarcia przy smarowaniu olejem był mniejszy niż w warunkach tarcia technicznie suchego nie jest chyba odkrywcze, gdyż powszechnie wiadomo, że jednym z podstawowych celów smarowania (istnieją dwa) jest „zmniejszenie tarcia” (Lawrowski Z. „Tribologia-Tarcie, zużywanie i smarowanie”, Wrocław 2008, s. 183).

Uważam za bardzo cenne przedstawienie w tabelach i na wykresach zależności zużycia i współczynnika tarcia z parametrem SGP jakim jest średnie kwadratowe odchylenie chropowatości powierzchni Sq. Szkoda tylko, że nie skomentowano w kilku słowach dlaczego wybrano tylko ten parametr. Mam nadzieję, że doktorantka podczas referowania pracy ustosunkuje się do stawianego zarzutu.

Wszystkie spostrzeżenia przedstawione przez autorkę w podsumowaniu poszczególnych rozdziałów (5÷8) wydają się być zasadne, jednak szkoda, że nie pokusiła się ona na hipotetyczną interpretację takich a nie innych zachowań tribologicznych badanych skojarzeń np. dlaczego „chropowatość powierzchni tarcz miała znaczący wpływ na tarcie i zużycie w warunkach smarowania”. Mam nadzieję, że autorka w publikacjach, które z pewnością powstaną na bazie uzyskanych wyników, uwzględni tę sugestię.

Odnosząc się do graficznej dokumentacji rezultatów badań należy stwierdzić, że jest ona bardzo bogata i dotyczy zarówno struktury geometrycznej badanych elementów testowych jak i charakterystyk tarciovych badanych skojarzeń. Pewnym jednak niedopatrzeniem jest jednak brak udokumentowania SGP przykładowych badanych próbek przed i po biegach badawczych w układzie 3D. Przedstawione widoki izomerycznych śladów zużycia byłby bardziej przekonujące gdyby przedstawiono je w widoku 3D (np. rys. 5.30, s.90).

Kończąc omawianie zasadniczej części pracy zwracam uwagę, że prawie wszystkie wykresy autorskie przedstawiające współczynnik tarcia w funkcji czasu są błędnie podpisane. Dla przykładu „Rys. 5.5. Maksymalny współczynnik tarcia w funkcji czasu dla wybranych par materiałowych, przy amplitudzie przemieszczenia 0,075 mm”. – Właściwy podpis tego rysunku winien brzmieć „Przebiegi wartości współczynnika tarcia w funkcji czasu wybranych skojarzeń, współpracujących przy amplitudzie przemieszczenia 0,075 mm”. Wyjątek w tych opisach stanowią rys. 7.3 i rys.7.4, które podpisane są prawidłowo. Na marginesie chciałbym

zasugerować, że w przypadku frettingu, właściwsze wydaje się przedstawianie przebiegu współczynnika tarcia w zależności od liczby wykonanych cykli, a nie od czasu badania.

W ostatnim rozdziale doktorantka przedstawia „wnioski” jakie wysnuła na podstawie przeprowadzonych badań. Ujęła je w 13 punktach, przy czym sformułowania te są bardzo szczegółowe i wg recenzenta chyba nie najwłaściwiej zredagowane. Można się pokusić o stwierdzenie, że są to raczej komentarze do uzyskanych wyników, a nie wnioski które powinny zawierać bardziej ogólne sformułowania. Ponadto brakuje w nich, jasnego stwierdzenia, że cel postawiony przez doktorantkę został osiągnięty.

Chciałbym aby doktorantka podczas prezentacji na publicznej obronie w sposób bardziej skondensowany przedstawiała te „wnioski”.

Odnosząc się do praktycznego wykorzystania wyników badań, wydaje mi się, że kłopotliwe będzie skorzystanie z informacji ujętych w tych „wnioskach” na etapie projektowania. Dobrze by było aby doktorantka zastanowiła się czy uzyskanych informacji nie da się przedstawić np. w postaci macierzy.

7. Uwagi szczegółowe

Jak zaznaczyłem na wstępie praca napisana jest w zasadzie poprawnie. Przykładowe niezrozumiałe sformułowania i niedociągnięcia przedstawiam poniżej.

- Jak należy to rozumieć „..... im większy promień nacisku jednostkowego kontaktu sprężystego tym mniejszy średni współczynnik tarcia oraz zużycie.” (s. 9, 14÷15 wd)
- „Ruch posuwisto-zwrotny nie zalicza się do frettingu”. (s. 9, 6 wd) – wydaje mi się, że ruch nigdy nie zaliczał się do zużycia, jednak zużycie najczęściej jest związane z ruchem.
- Co to są „warstwowe właściwości funkcjonalne”? (pkt. 3 s. 42)
- Jak należy rozumieć wyrażenie „w warunkach frettingu smarowanego” (s. 39, 13 wd) – wydaje mi się, że styk był smarowany a nie fretting?
- Niezrozumiałe sformułowanie „(.....w ostatnich warunkach materiały oraz twardość elementów współpracujących ze stali łożyskowej 100Cr6 były jednakowe).” (s. 55, 9÷11 wg.) - należy się tylko domyślać, o co chodzi Doktorantce.
- Niezrozumiałe sformułowanie „Krzywiznę kulki usunięto używając kształtu sferycznego.” (s. 55, 4 wd.) ?
- Niezrozumiałe sformułowanie „.....przedmiotem badań były odpowiednio tarcze z odpowiednio dziewięcioma i ośmioma powierzchniami.” (s. 55, 15-16 wg) ?
- Do badania składu chemicznego zużytego materiału tarczy użyto mikroskopu skaningowego wyposażonego w analizator EDS (s. 56, 8÷9 wg.) – w jaki sposób zużyty materiał tarczy oddzielono od zużytego materiał kulki.
-natomiast ujemna ($V_{tarcza-}$) i ($V_{tarcza-}$) za ubytek materiału [4, 60] (s. 56, 7÷8 wg.) – nie rozumiem o co tu chodzi?
- Jak należy rozumieć sformułowanie „Nie stwierdzono innego wpływu wysokości powierzchni na zjawisko frettingu.....” (s. 70, 4÷5 wd)
- Jak należy rozumieć zdanie „ Mały współczynnik tarcia pary ciernej składający się z frezowanej tarczy został zauważony także w pracy [54].” (s. 70, 14÷15 wd).

- *Właściwości przestrzenne powierzchni okazały się istotne pod względem tribologicznym (s. 71, 4÷5 wg.)- co autorka ma na myśli?*
- *„Niewielki średni współczynnik tarcia zauważono dla zawierającego tarczę po szlifowaniu zgrubnym SI1.” (s. 74, 3÷4 wg.)- coś w tym sformułowaniu nie jest w porządku?*
- *„Tablica 5.13 dotycząca badań IF zawiera te same informacje, co tablica 5.6, zaprezentowano ją w celu zapewnienia ciągłości pracy.” (s. 79, 1÷2 wg.)- Jak wyżej?*
- *Niewłaściwe jest sformułowanie używane przez doktorantkę „czas trwania biegu badawczego”- wystarczy tylko „czas biegu badawczego”.*
- *W opisach warunków badań (podrozdziały 5.2÷5.8) są powtórzenia dot. temperatury otoczenia i wilgotności. – jest to błąd redakcyjny, którego należy unikać.*

8. Ocena dysertacji i konkluzja końcowa

Rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki LENART dotyczy jednoznacznie określonego i jasno przedstawionego zagadnienia naukowego. Uzyskane wyniki, z uwagi na systemowość podejścia można określić, jako oryginalne, mogące przysporzyć praktyce technicznej informacji umożliwiającej dobór SGP elementów narażonych na fretting.

Zastosowane w pracy metody badawcze i pomiarowe należy ocenić pozytywnie. Autorka zrealizowała **olbrzymią ilość** właściwych dla rozwiązania postawionego zagadnienia eksperymentów tribologicznych oraz analiz instrumentalnych, umożliwiających poczynienie wielu obserwacji i sformułowanie przydatnych dla rozpatrywanego zagadnienia wniosków.

Stopień rozwiązania zagadnienia oceniam pozytywnie. Autorka uczynił to samodzielnie, wpisując się w dorobek naukowy badaczy zajmujący się zagadnieniami zużycia frettingowego.

Dysertację mgr inż. Agnieszki LENART oceniam bardzo wysoko. Przedstawiony w niej materiał badawczy jest oryginalnym dorobkiem doktorantki - ma on zarówno walory poznawcze jak i użytkowe. Krytyczne uwagi zawarte powyżej nie umniejszają merytorycznej wartości rozprawy.

Stwierdzam, że praca pt. „Wpływ struktury geometrycznej powierzchni na właściwości tribologiczne skojarzeń trących w warunkach frettingu” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez Ustawę o tytule i stopniach naukowych z dnia 14. marca 2003 (art. 17 ust. 1 Dz.U. nr 65/03 poz. 595) i proponuję Radzie Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony, a po jej pomyślnym przebiegu - nadanie jej stopnia doktora nauk technicznych w ramach dyscypliny naukowej *Budowa i eksploatacja maszyn*.

