

## **Recenzja rozprawy doktorskiej**

**mgr inż. Tomasza Dubiela**

**pt.: „Analiza procesu plastycznego kształtowania śrub wysokowytrzymałych o łbach z kształtem nietypowym”**

Podstawę do opracowania niniejszej recenzji stanowi pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, Pana dr hab. inż. Andrzeja Burghardta, prof. PRz z dnia 30 listopada 2022 r. w sprawie powierzenia mi do opracowania recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Tomasza Dubiela pt. „Analiza procesu plastycznego kształtowania śrub wysokowytrzymałych o łbach z kształtem nietypowym”.

### **1. Przedmiot rozprawy**

Szerokie zastosowanie połączeń śrubowych w budowie maszyn przyczyniło się do rozwoju konstrukcji łączników gwintowanych, od których wymaga się coraz lepszych własności użytkowych. Pojawiły się również specjalne konstrukcje śrub, które dedykowane są do specyficznych zastosowań w przemyśle motoryzacyjnym, lotniczym, kolejowym, okrętowym, od których wymaga się wysokich parametrów wytrzymałościowych oraz niezawodności w trakcie pracy. Należy jednak zaznaczyć, że o poprawnej pracy takich elementów złącznych decydują nie tylko własności wytrzymałościowe zastosowanych materiałów, ale także technologia ich wytwarzania, która powinna zapewnić możliwość uzyskania wyrobów wolnych od wad z zachowaniem wymaganej struktury i parametrów eksploatacyjnych, gwarantujących bezpieczną i niezawodną pracę. Dlatego też określenie wpływu niekorzystnych zjawisk, które mogą wystąpić w procesach kształtowania plastycznego na późniejszą eksploatację łączników śrubowych ma kluczowe znaczenie, zwłaszcza w przypadku

śrub wysokowytrzymałych, stosowanych w odpowiedzialnych konstrukcjach. Jednak pomimo szerokiego stosowania łączników śrubowych oraz rozwoju technologii ich wytwarzania zagadnienie to w dalszym ciągu nie zostało w pełni rozwiązane.

Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest analiza teoretyczno – doświadczalna procesu plastycznego kształtowania śrub wysokowytrzymałych o łbach z kształtem nietypowym, a w szczególności określenia wpływu wad powstałych w procesie produkcyjnym na zmianę własności wytrzymałościowych śrub. Tematyka pracy wpisuje się w najnowsze trendy badań w dziedzinie poprawy własności mechanicznych i eksploatacyjnych łączników śrubowych, kształtowanych metodami obróbki plastycznej.

## **2. Treść rozprawy**

Praca składa się z dziesięciu rozdziałów, wstępu oraz spisu literatury, cytowanej w tekście rozprawy, dwóch aneksów zawierających spis rysunków oraz tabel, a także streszczeń rozprawy w języku polskim i angielskim. Ogółem praca zawiera 178 stron (wraz z aneksami i streszczeniami).

Bezpośrednio za spisem treści w rozprawie zamieszczono krótki wstęp, który stanowi wprowadzenie do pracy, przedstawiające ogólne zagadnienia związane z tematyką rozprawy.

Rozdział pierwszy zatytułowany „Teoretyczna analiza stanu zagadnienia” zawiera przegląd stanu wiedzy w przedmiocie rozprawy doktorskiej. Rozdział ten podzielono tematycznie na trzy główne podrozdziały. W pierwszym z nich omówiono zagadnienia związane z rodzajami i konstrukcją łączników gwintowanych, wykorzystywanych w różnego rodzaju konstrukcjach. W drugim podrozdziale przeglądu literatury przedstawiono technologie wytwarzania wyrobów śrubowych, począwszy od półfabrykatu hutniczego po gotowy element śrubowy, dostarczany do klienta. W trzecim podrozdziale omówiono problematykę kucia na zimno śrub o złożonym kształcie łba. W tym podrozdziale wskazano również na niebezpieczeństwo powstawania wad w trakcie procesu kształtowania kuźniczego, które mogą mieć negatywny wpływ na własności łączników śrubowych.

Rozdziały drugi zatytułowany „Pękanie materiału” oraz trzeci, zatytułowany „Kruchość wodorowa stali” również można uznać za część przeglądu literatury. Przy czym w rozdziale drugim przybliżono problematykę pęknięcia materiałów, omawiając mechanizmy pęknięcia oraz przyczyny naruszenia spójności materiałów podczas



eksploatacji części maszyn. Natomiast w rozdziale trzecim omówiono zjawisko kruchości wodorowej stali w łącznikach gwintowanych. Wskazano również możliwość wykorzystania tego zjawiska do oceny własności wysokowytrzymałych łączników gwintowanych o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych.

W rozdziale czwartym po krótkim omówieniu problemów, związanych z wytwarzaniem, badaniem i eksploatacją łączników śrubowych przedstawiono cel pracy oraz sformułowano tezę naukową rozprawy. Celem naukowym prowadzonych badań było wykazanie możliwości wykorzystania zjawiska kruchości wodorowej do wykrywania wad strukturalnych oraz oceny jakości elementów śrubowych. Następnie w oparciu o przyjęte cele Autor formułuje tezę pracy, która brzmi: „Zjawisko pękania stali wywołane obecnością wodoru w jej strukturze, tzw. kruchość wodorowa, może być wykorzystane do analizy defektów powstających na etapie wytwarzania oraz defektów generowanych w trakcie eksploatacji wyrobów śrubowych”.

Cel rozprawy należy ocenić jako w pełni uzasadniony, a zaproponowany zakres badań, składający się z siedmiu punktów umożliwia osiągnięcie tego celu.

W rozdziale piątym przedstawiono plan badań, ze wskazaniem przedmiotu badań oraz przyjętej procedury badawczej.

W rozdziale szóstym opisano metodykę prowadzonych badań. Omówiono między innymi sposób prowadzenia analizy numerycznej w oparciu o metodę elementów skończonych, przedstawiono modele numeryczne zastosowane do analizy. Następnie przybliżono maszyny technologiczne oraz omówiono konstrukcję narzędzi do kucia łbów śrub. Przedstawiono również typowe procesy technologiczne kucia śrub z łbem sześciokątnym z kołnierzem oraz śrub z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym. Wskazano przy tym na kinematykę płynięcia materiału podczas kucia oraz wpływ realizacji procesu kucia na powstawanie typowych wad w elementach śrubowych. Omówiono również operacje wykańczające, takie jak obróbkę cieplną, nanoszenie powłok ochronnych, zabezpieczanie elementów. W dalszej części rozdziału szóstego omówiono metodykę prowadzenia badań własności mechanicznych oraz sposób przygotowania próbek do badań. Zaproponowano również autorską modyfikację badania kruchości wodorowej śrub wysokowytrzymałych.

W rozdziale siódmym opisano typowe wady wyrobów śrubowych, wynikające głównie z niewłaściwie prowadzonego procesu technologicznego. Analizie poddano między innymi elementy złączne, kształtowane przy niewłaściwych parametrach technologicznych, co skutkowało powstawaniem wad w postaci zakuć, naderwań oraz

naruszenia ciągłości włókien. Omówiono również mechanizmy powstawania tych wad w procesach kucia śrub. Ponadto wskazano na wpływ wad materiałowych wstępniaków na późniejsze własności wytrzymałościowe wytworzonych śrub.

W rozdziale ósmym przedstawiono wyniki badań kruchości wodorowej zaproponowaną wcześniej metodą dla śrub o typowym kształcie łba (łeb sześciokątny z kołnierzem). W trakcie testu przeanalizowano cztery warianty badań w zależności od czynników eksploatacyjnych i jakościowych śrub. W każdym z wariantów analizowano po trzy przypadki, które różniły się między sobą rodzajem występującej wady (przypadek 1 – śruba walna od wad, przypadek 2 – śruba z zakuciem na powierzchni kołnierza oporowego, przypadek 3 – śruba z nieciągłością struktury).

Rozdział dziewiąty poświęcono omówieniu wyników badań wytrzymałościowych śrub z łbem o kształcie nietypowym. Badaniom poddano śruby wykonane w dwóch klasach wytrzymałości 10.9 oraz 12.9, które przygotowano w trzech wariantach obejmujących łączniki: wolne od wad, z występującymi zakuciami oraz z zaburzonym przebiegiem włókien. W tym rozdziale również przedstawiono wybrane wyniki badań metalograficznych śrub specjalnych o wysokiej wytrzymałości.

W ostatnim, dziesiątym rozdziale dokonano podsumowania uzyskanych wyników i przedstawiono łącznie 15 wniosków z przeprowadzonych badań.

Po podsumowaniu przedstawiono wykaz literatury. Autor w swojej pracy powołuje się na dość bogatą bibliografię, obejmującą 137 pozycji. Cytowane publikacje związane są z tematyką prowadzonych badań i w większości stanowią dorobek światowych badaczy.

### **3. Ogólna ocena rozprawy**

Doktorant podjął się przeprowadzenia kompleksowej analizy procesu kształtowania plastycznego śrub wysokowytrzymałych o nietypowej konstrukcji łbów. Prowadzone badania ukierunkowane były na opracowanie efektywnej metody wykrywania wad strukturalnych w gwintowanych łącznikach po procesach obróbki plastycznej. Zadanie to Doktorant wykonał, przeprowadzając zarówno eksperyment numeryczny MES, jak i badania doświadczalne na obiektach rzeczywistych (kształtując serię łączników śrubowych, poddanych następnie badaniom wytrzymałościowym). Należy tutaj wskazać, że Doktorant przeprowadził serię badań dla trzech rodzajów śrub o podwyższonej wytrzymałości, które różniły się konstrukcją łba, w obszarze którego zlokalizowane były typowe wady, wywołane niewłaściwym



procesem technologicznym, które mogą często pojawiać się podczas wytwarzania gwintowanych łączników, wpływając niekorzystnie na własności wytrzymałościowe i eksploatacyjne tych elementów. Następnie, wykorzystując techniki numeryczne Doktorant przeprowadził symulacji MES procesów kształtowania plastycznego śrub z różną konstrukcją łbów i na tej podstawie dokonał kompleksowej analizy kinematyki płynięcia materiału oraz zdiagnozował mechanizmy prowadzące do powstawania wad w kutych łącznikach. W kolejnym kroku przeprowadził wielowariantowe badania wytrzymałościowe ukształtowanych łączników, zestawiając uzyskane wyniki dla śrub wolnych od wad z wynikami uzyskanymi dla śrub, w których występowały zakucia lub nieciągłości włókien. Po czym Doktorant zaproponował wykorzystanie zjawiska kruchości wodorowej do oceny występowania wad w wysokowytrzymałych łącznikach gwintowanych. Na szczególne podkreślenie zasługuje opracowanie przez Doktoranta zmodyfikowanej metody badania kruchości wodorowej, która stanowi modyfikację standardowej procedury badawczej wg EAD 330232-00-0601. Zaproponowane rozwiązanie znacznie upraszcza przeprowadzenie badań, dając jednoznaczne wyniki. Zaproponowane rozwiązanie z powodzeniem może być stosowane jako dodatkowy test, pozwalający na wykrywanie wad strukturalnych w seriach próbnych wyrobów śrubowych. Stanowi to istotny wkład Doktoranta w rozwój doświadczalnych metod wyznaczania wad w kształtowanych plastycznie elementach śrubowych i wyczerpuje w mojej opinii wymóg ustawy o stopniach naukowych, zawiera bowiem oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Zakres pracy można uznać za wystarczający i obejmuje zarówno opracowanie modelu numerycznego MES i przeprowadzenie symulacji numerycznych, jak i zbudowanie stanowiska badawczego, zaplanowanie procedury pomiarowej i przeprowadzenie badań doświadczalnych. Doktorant wykazał się zatem szeroką wiedzą z zakresu metod numerycznych mechaniki (MES), a także z zakresu metod eksperymentalnych mechaniki oraz umiejętnością planowania i wykonania eksperymentu.

Układ pracy jest poprawny, jej redakcja jest dość staranna, aczkolwiek budzi pewne zastrzeżenia, wymienione w następnym paragrafie. Cel i teza zostały sformułowane właściwie, zaś przyjęty plan badawczy umożliwia spełnienie postawionych celów. Bibliografia opracowana jest adekwatnie do tematu pracy, przy czym występuje brak ujednolicenia w zapisie poszczególnych pozycji literaturowych. Biorąc powyższe pod uwagę, moja ogólna merytoryczna ocena rozprawy jest dobra.

Poniżej przedstawiono uwagi krytyczne, które w większości mają charakter komentarzy dyskusyjnych i nie umniejszają pozytywnej oceny pracy.

#### **4. Uwagi krytyczne do pracy**

- 4.1. W pracy zabrakło jednoznacznego uwypuklenia celu prowadzonych badań w odniesieniu do innych metod wykrywania wad w elementach kutych, które znajdują znacznie szersze zastosowanie w przemyśle. Detekcja wad powstałych w procesach kucia w oparciu o zjawisko kruchości wodorowej jest dość czasochłonną procedurą. Czy były rozważane inne metody wykrywania wad w wysokowytrzymałych elementach śrubowych?
- 4.2. W rozdziale piątym, zatytułowanym „Plan badań” wskazano, że w pracy skupiono się na analizie błędów powstających w procesach kucia śrub o nietypowej konstrukcji łbów. Natomiast w pracy w dużej części analizowano powstawanie wad w typowych łącznikach śrubowych (z łbem sześciokątnym i kołnierzem, oraz z łbem walcowym i gniazdem sześciokątnym). Dopiero w końcowej części przedstawiono analizę dla śrub z łbem nietypowym. Czy w takim przypadku nie lepiej byłoby w inny sposób sformułować plan badań, np. analiza porównawcza powstawania wad w łącznikach typowych i specjalnych?
- 4.3. W pracy skupiono się na wadach w śrubowych elementach kutych, powstających podczas kształtowania plastycznego na skutek błędnego ustawienia narzędzi na różnych etapach procesu, co negatywnie wpływa na kinematykę płynięcia materiału. Natomiast w wielu przypadkach przyczyna powstawania wad w elementach kutych może być inna, np. zużycie narzędzi, nieodpowiednie smarowanie, niepoprawnie przeprowadzona obróbka cieplna półfabrykatów. Dlaczego do analizy wybrano tylko jedną przyczynę powstawania wad (niewłaściwe ustawienie narzędzi)? Czy rozważano rozszerzenie badań na elementy kształtowane plastycznie, w których występują innego rodzaju wady? Jaki wpływ wady takie mogą mieć na własności eksploatacyjne łączników śrubowych?
- 4.4. W podrozdziale 6.1 „Symulacje MES – Qform” omówiono modele numeryczne, które opracowano na potrzeby prowadzonych badań. Przyjęto do obliczeń modele materiałowe z biblioteki oprogramowania QForm dla



- stali w gatunkach 30Mn5 oraz 32Cr4. Natomiast w badaniach doświadczalnych kształtowano śruby ze stali w gatunkach 30MnB4 oraz 32CrB4, które zaliczane są do grupy stali borowych o specyficznych własnościach. Dlaczego do badań nie opracowano rzeczywistych modeli materiałowych dla stali 30MnB4 oraz 32CrB4? W jaki sposób dokonano walidacji wyników symulacji numerycznych, które potwierdziłyby poprawność zastosowanych modeli?
- 4.5. Dokładność obliczeń numerycznych MES zależy od parametrów dyskretyzacji analizowanego obiektu. Jednak w pracy nie omówiono tego zagadnienia. Jaka była wielkość elementu siatki opisującej półfabrykat? Czy analizowano wpływ wielkości elementów na jakość uzyskanych wyników?
  - 4.6. W tabeli 6 na stronie 70 zestawiono parametry stosowane w symulacji MES procesów kucia. Jak można interpretować taki parametr jak: „tarcie między wsadami”, którego wartość przyjęto na poziomie 0,05? Jaki model tarcia przyjęto do obliczeń? Czy prędkość posuwu narzędzia na poziomie 1 mm/s nie jest zbyt mała w stosunku do warunków rzeczywistych? Czy temperatura początkowa narzędzi na poziomie 280 °C odnosi się do stanu ustalonego procesu, w którym wzrost temperatury narzędzi jest wywołany zamianą pracy odkształcenia plastycznego na ciepło?
  - 4.7. Na stronie 73 pracy Autor przytacza, że zastosowane oprogramowanie pozwoliło na sprawdzenie takich parametrów w odkuwce jak: temperatura, naprężenie średnie, intensywność naprężenia, odkształcenie, intensywność odkształcenia, prędkość odkształcenia. Jednak w pracy nie przedstawiono żadnego z tych parametrów, ograniczając się jedynie do pokazania powstającej geometrii odkuwki i przebiegu linii płynięcia materiału. Dlaczego w pracy nie pokazano rozkładów tych parametrów?
  - 4.8. W podrozdziale 6.2 Autor omawia proces kucia śrub na kuźniarce, pokazując jedynie fotografię przestrzeni roboczej kuźniarki wraz z oprzyrządowaniem. Czy dla lepszego zobrazowania idei procesu nie lepiej byłoby zamieścić schemat realizacji procesu kucia na kuźniarce?
  - 4.9. W podrozdziale 6.7.4 na stronie 91 zakres pracy maszyny wytrzymałościowej podano w tonach, co jest niezgodne z obecnie obowiązującym systemem jednostek SI.

- 4.10. W podrozdziale 6.8.1 przy określaniu siły napięcia śruby posługiwano się zależnościami matematycznymi, które pozwalały na przeliczenie wartości siły na wartość momentu obrotowego przy dokręcaniu nakrętki. Jaka jest pewność, że uzyskano zakładaną wartość siły napięcia w śrubie? Czy były prowadzone badania doświadczalne dla przyjętych warunków, które potwierdziłyby zgodność wyników obliczeniowych ze stanem faktycznym?
- 4.11. Czy po zakończeniu badań kruchości wodorowej śrub mierzono wartość momentu, który był potrzebny do odkręcenia nakrętki? Stwierdzenie, że niektóre nakrętki dało się odkręcić w „palcach” a inne przy pomocy klucza jest mało precyzyjne.
- 4.12. Na stronie 106 przedstawiono rysunek 58, na którym przedstawiono zmiany twardości rdzenia śruby. Przedstawione wartości w jednostkach HRC na poziomie 320 – 440 jest wartością niemożliwą do uzyskania. Czy błędnie nie wpisano na wykresie skali w jednostkach HRC, zamiast HV?
- 4.13. Na stronie 124 Autor używa stwierdzenia, że „próbki z defektem uzyskały dużo niższą siłę na rozciąganie”. Jak Autor interpretuje ten zapis? Raczej należałoby użyć tutaj stwierdzenia odnoszącego się do wytrzymałości na rozciąganie lub naprężenia przy rozciąganiu, przy którym dochodzi do pęknięcia. Ewentualnie wprowadzić pojęcie siły zrywającej, jednak wtedy problematyczne byłoby ujednoczenie uzyskanych wyników.
- 4.14. W rozdziale 8 na stronie 126 omówiono wyniki badań wytrzymałościowych w oparciu o zjawisko kruchości wodorowej. W badaniach wykorzystano śrubę M8x20, która we wcześniejszej analizie nie występuje. Nie sprecyzowano również jaki rodzaj łba był analizowany (pełny sześciokątny z kołnierzem, czy sześciokątny z kołnierzem i gniazdem). Ponadto we wcześniejszych rozdziałach omawiano procesy kucia śrub z łbem sześciokątnym z kołnierzem, walcowym z gniazdem sześciokątnym oraz z łbem specjalnym (sześciokątnym z kołnierzem i gniazdem sześciokątnym), jednak w pracy przedstawiono wyniki badań wytrzymałościowych w oparciu o zjawisko kruchości wodorowej jedynie dla dwóch rodzajów śrub. Dlaczego nie przedstawiono wyników badań dla śrub z łbem walcowym i gniazdem sześciokątnym?
- 4.15. Dlaczego badania prowadzono dla różnych średnic śrub? Jak takie odstępstwo mogło wpłynąć na możliwość porównania ze sobą wyników?



- 4.16. Na stronie 129 Autor przedstawia wielkości wad w śrubach bezpośrednio przed testem kruchości wodorowej oraz po zakończonym teście. Uzyskane wyniki wskazują na zwiększenie wielkości wady po teście. Przy czym pomiarów dokonano na dwóch różnych śrubach. Jaka jest pewność, że początkowo oba defekty były identyczne? Czy nie należałoby w tym przypadku zastosować metody tomografii rentgenowskiej do oszacowania wielkości pęknięcia przed testem kruchości wodorowej?
- 4.17. Przedostatni wniosek na stronie 164 „śruby w klasie 12.9 nie powinny być narażone na oddziaływanie warunków atmosferycznych” jest warunkiem nie do spełnienia w przypadku eksploatacji śrub w wielu gałęziach przemysłu. Czy w związku z tym nie lepiej byłoby zaproponować zastosowanie bardziej odpornych powłok zabezpieczających?

## 5. Uwagi edytorskie

Jak już wcześniej wspomniano, redakcja pracy jest dość poprawna. Jednakże jej przygotowanie edytorskie budzi pewne zastrzeżenia. Niedociągnięcia edytorskie mogą wynikać z ogromnej liczby danych, które przedstawiono w pracy, a także braku doświadczenia Autora w redagowaniu prac naukowych. Liczba usterek edycyjnych jest dość długa, dlatego też poniżej przedstawię ważniejsze z nich, pomijając takie drobne usterki jak brak znaków interpunkcyjnych, literówki, czy różny styl czcionek w tekście.

- 5.1. Autor często stosuje sformułowania potoczne np. na str. 17 pojawia się stwierdzenie „długość sztyftu”, sformułowanie to pojawia się kilkakrotnie na kolejnych stronach pracy, następnie od 7 rozdziału stosowane jest już poprawne nazewnictwo „długość rdzenia lub ucinaka do kucia”. Na stronie 77 Autor używa sformułowania „łapki transferowe” może lepiej użyć sformułowania chwytki, szczęki, uchwyty. Strona 27 oraz kolejne strony, często używane stwierdzenie „wykucie śruby”, lepiej użyć zwrotu „ukształtowanie” lub „odkucie”.
- 5.2. Sposób zapisu symboli chemicznych (str. 15) „Fe3O4 oraz Fe2O3” jest niepoprawny.
- 5.3. Rysunek 5 na stronie 19 jest nieczytelny.
- 5.4. Często pojawiają się „rozjechane” rysunki, które znajdują się na różnych stronach bez podpisów (np. rys. 3 str. 16-17, rys. 39 str. 67-68, rys. 53 str.

- 97-98, rys. 59 str. 107-108, rys. 67 str.114-115, rys. 72 str. 119-120, rys. rys. 135 str. 161-162).
- 5.5. Podobna sytuacja do poprzedniej dotyczy tabel, które wielokrotnie znajdują się na kilku stronach bez ich opisu (np. tab. 1 str. 32-35, tab. 2 str. 43-44, tab. 3 str. 66-67, tab. 4 str. 68-69, tab. 6 str. 70-72, tab. 10 str. 88-89).
  - 5.6. Brak opisu osi na wykresach pokazanych na rys. 57 str. 105, rys. 58 str. 106.
  - 5.7. Na wielu stronach pozostawiono duże obszary wolnego miejsca (np. str. 16, str. 25, str. 27, str. 28, str. 31, str. 44, str. 56, str. 58, str. 60-61, str. 65, str. 81, str. 96-97, str. 108, str. 121, str. 130-131, str. 133, str. 137, str. 139, str. 147, str. 150-151).
  - 5.8. Kilukrotnie w pracy Autor zamieszcza tytuły podrozdziałów, zaś opis pojawia się dopiero na kolejnej stronie.
  - 5.9. Jak już wcześniej wspomniano, nie zachowano jednorodnego przedstawienia danych bibliograficznych w spisie literatury.

### **Wnioski końcowe**

Dorobek publikacyjny Doktoranta obejmuje 3 publikacje (według bazy Scopus), co wypełnia wymogi ustawowe. Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę rozprawy, przedstawioną powyżej, oraz dotychczasowy dorobek publikacyjny Doktoranta spełniający wymagania ustawowe, stwierdzam, że **rozprawa doktorska mgr inż. Tomasza Dubiela pt.: „Analiza procesu plastycznego kształtowania śrub wysokowytrzymałych o łbach z kształtem nietypowym”** spełnia wszystkie warunki stawiane przez ustawę „*Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce*” z dn. **20.07. 2018 r. (Dz.U. z 2018 r. poz. 1669 ze zm.)** i na tej podstawie wnioskuję o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna.

Lublin, 27 luty 2023 r.

*Janusz Tomczak*