

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**mgr inż. Jana Seyda**

**pt.: „*Obserwacja mechanizmu inicjacji, propagacji i kumulacji uszkodzeń  
oraz prognozowanie trwałości zmęczeniowej  
w zakresie cyklicznych obciążeń wieloosiowych*”**

### **1. Podstawa opracowania oceny**

Ocenę rozprawy doktorskiej mgr inż. Jana Seyda wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Łukasza Pejkowskiego opracowano na podstawie zawiadomienia nr 2/RNCS.520.4.2024 z dnia 14 czerwca 2024, które zostało wystosowane w oparciu o uchwałę Rady naukowej dyscypliny inżynieria mechaniczna Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich nr 1/06.2023/2024 z dnia 11 czerwca 2024 r.

### **2. Treść pracy**

Doktorant podjął się interesującego i jednocześnie trudnego zadania jakim jest obserwacja inicjacji, propagacji i kumulacji uszkodzeń elementów z różnych materiałów poddawanych wieloosiowym obciążeniom cyklicznym. Badanymi materiałami były: stop aluminium, trzy rodzaje stali oraz spiek renu. Rozpatrywane obciążenie wieloosiowe realizowane było poprzez jednoczesne rozciąganie-ściskanie i skręcanie. Przyjmowano, że obciążenie jest synchroniczne, proporcjonalne i nieproporcjonalne oraz asynchroniczne (pięć przypadków).

Podjęta tematyka badawcza jest bardzo ważna nie tylko ze względów poznawczych, ale i utylitarnych. Jak powszechnie wiadomo wiele konstrukcji pracuje w bardzo różnych warunkach obciążenia, a zatem znajomość zachowania się materiałów użytych w tych konstrukcjach jest niezwykle istotna w aspekcie ich projektowania i przewidywania trwałości. Doktorant za główny cel postawił sobie poznanie mechanizmów uszkodzeń materiałów,

których znajomość pozwoli na dokładniejsze przewidywanie wytrzymałości i trwałości zmęczeniowej. Doktorant założył, że powyższy cel osiągnięty zostanie poprzez: (i) zbadanie korelacji pomiędzy kierunkiem inicjacji pęknięć a kierunkiem i wartością naprężeń i odkształceń głównych, (ii) analizę wpływu przyjętego modelu rozkładu naprężeń stycznych od skręcania w zakresie sprężysto-plastycznym na wartość wyznaczanej trwałości; (iii) ocenę przydatności najpopularniejszych parametrów uszkodzenia do szacowania trwałości zmęczeniowej na podstawie analizy małych pęknięć obserwowanych na powierzchni próbek; (iv) zbadanie czasowego udziału w trwałości zmęczeniowej poszczególnych etapów tj. inicjacji oraz stabilnej i niestabilnej propagacji pęknięć; (v) wyznaczenie krzywej zmęczeniowej dla spieku renu wraz z cechami jego mechanizmu uszkodzenia.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest zbiorem siedmiu następujących publikacji współautorskich:

1. Pejkowski Ł., Seyda J., *Fatigue of four metallic materials under asynchronous loadings: Small cracks observation and fatigue life prediction*, International Journal of Fatigue, 2021, 142, 105904, 1-18.
2. Pejkowski Ł., Seyda J., Skibicki D., *Short cracks observations on surfaces of specimens made of three materials, subjected to synchronous and asynchronous multiaxial loadings*, Matec Web of Conferences (EDP Sciences), 2019, 300, 1-8.
3. Seyda J., Pejkowski Ł., Skibicki D., *The shear stress determination in tubular specimens under torsion in the elastic-plastic strain range from the perspective of fatigue analysis*, Materials, 2020, 13, 23, 1-16.
4. Seyda J., Pejkowski Ł., Skibicki D., *Identification of fatigue damage mechanism in PA38-T6 aluminum alloy under multiaxial loadings – Initial research*, Procedia Structural Integrity, 2020, 28, 1458-1466.
5. Seyda J., Pejkowski Ł., *SEM analysis of PA38-T6 aluminum alloy thin-walled tubular specimen fatigue fracture, and comparison to surface replication results*, Matec Web of Conferences, 2019, 300, 1-8.
6. Seyda J., Pejkowski Ł., *Study on the behavior of small cracks in PA38-T6 (6060-T6) aluminum alloy under multiaxial fatigue loadings*, International Journal of Fatigue, 2024, 184, 108282.
7. Seyda J., Skibicki D., Pejkowski Ł., Skibicki A., Domanowski P., Maćkowiak P., *Mechanical properties and microscopic analysis of sintered rhenium subjected to monotonic tension and uniaxial fatigue*, Materials Science and Engineering A, 2021, 817, 141343, 1-13.

Praca Doktorska oprócz cyklu publikacji zawiera dodatkowo ich opis wraz ze zdefiniowaniem problemu badawczego na podstawie przeglądu literatury oraz przedstawienie celu i zakresu pracy. W części opisowej umieszczono dodatkowo uzasadnienie spójności tematycznej przedłożonych publikacji, omówienie wyników wraz z ich dyskusją, a także podsumowanie i wnioski.

Artykuł 1 opublikowano w bardzo dobrym czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, idealnie odpowiadającym tematyce pracy Doktoranta. Przedstawia on wyniki obserwacji w próbkach wykonanych z czterech różnych materiałów i obciążanych cyklicznie przy założeniu następujących schematów: rozciąganie-ściskanie, skręcanie, jednoczesne obciążenie osiowe i skręcanie przy założeniu, że przebiegi są w fazie lub przesunięte o  $90^\circ$  oraz kolejnych dziewięciu przypadków obciążeń asynchronicznych. Dogłębna analiza powstawania pęknięć oraz kierunków ich propagacji w odniesieniu do kierunków maksymalnych naprężeń pozwoliła na stwierdzenie, że o zniszczeniu trzech z badanych materiałów (dwie stale E235 i E355 oraz stop aluminium PA38-T6) decydują naprężenia styczne, a dla stali austenitycznej (X5CrNi18-10) naprężenia normalne. Ponadto w pracy przedstawiono ocenę trwałości zmęczeniowej w oparciu o sześć różnych „parametrów” zniszczenia (Fatemi-Socie, Smith-Watson-Topper, Ince-Glinka, Ellyin-Gołoś, Itoh-Sakane i Huber-Misses) wybierając najlepsze modele w odniesieniu do materiału i zastosowanego typu obciążenia.

Lektura wprowadzenia pozwala na stwierdzenie, że Doktorant w omówionym powyżej artykule odpowiedzialny był głównie za analizę mikroskopową topografii powierzchni próbek oraz identyfikację kierunków inicjacji małych pęknięć zmęczeniowych.

Artykuł 2 jest praktycznie skróconą wersją artykułu 1. Nie dostrzeżono żadnych uzupełnień i rozszerzeń.

Artykuł 3 obejmuje analizę wpływu przyjętego modelu rozkładu naprężeń stycznych w zakresie sprężysto-plastycznym na histerezę naprężeniowo odkształceniową wyznaczaną w oparciu o przyjęty model na podstawie zadanego (zmierzonego) momentu skręcającego i odkształceń (kąta skręcenia). W pracy zastosowano cztery modele, tj. model sprężysty (liniowo zmienny), model plastyczny (stała wartość naprężeń po grubości ścianki), model o stałej wartości naprężeń (jak przy założeniach we wzorach Bredta dla przekrojów cienkościennych) oraz model Chaboche (nieliniowo zmienny rozkład naprężeń po grubości ścianki próbki). Wykorzystano wyniki eksperymentalnych badań zmęczeniowych dla stopu aluminium. W pracy znajduje się zdanie wskazujące, że dane eksperymentalne pochodzą z prac, w których Doktorant nie był współautorem. We wnioskach wskazano, że żaden z przyjętych modeli nie pozwala na wyznaczenie dokładnych naprężeń stycznych na powierzchni próbki oraz że nie są one „dobre” dla pełnego zakresu obciążeń. Niestety zabrakło rekomendacji lub wskazania rozwiązania. Odnosi się wrażenie, że praca jest niedokończona. Zwrócono również uwagę na

pewną niespójność w tym artykule. W streszczeniu autorzy wskazują, że rozpatrywane będą próbki o przekroju kołowym drążonym poddanym skręcaniu „... in tubular specimens under torsion is presented in this paper.”, podczas gdy podpisy do rysunków 5, 9a i 10a wskazują na analizę naprężeń osiowych (ściskanie, rozciąganie). Zabrakło wyjaśnienia, czy rozpatrywano złożony stan obciążenia (sugerują to naprężenia zredukowane), czy oprócz naprężeń stycznych od skręcania pojawiają się naprężenia osiowe związane z nieswobodnym skręcaniem?

Prace 4 - 6 dotyczą analizy propagacji i łączenia się małych pęknięć na cienkościennych polerowanych próbkach kołowych ze stopu aluminium. Rozważano różne typy obciążenia: osiowe wzdłużne, skręcanie, synchroniczne i asynchroniczne. W badaniach wykorzystano badania mikroskopowe, fraktograficzne SEM oraz metodę replikacji.

Artykuł 4 opublikowany został w czasopiśmie „Procedia Structural Integrity” w wydaniu poświęconym materiałom konferencyjnym z 1st Virtual European Conference on Fracture. Zawiera on analizę rozwoju pęknięć na podstawie badań replik i badań mikroskopowych powierzchni dla próbek cyklicznie obciążanych osiowo (ściskanie-rozciąganie), skręcanych oraz dla cyklicznego jednoczesnego rozciągania ze skręcaniem z przesunięciem w fazie o 90 stopni.

Artykuł 5 to typowy materiał pokonferencyjny opublikowany podobnie jak praca 2 w MATEC Web of Conferences, powtarza wyniki z artykułu 4 rozszerzając o (i) kolejny typ obciążenia tj. synchroniczne w fazie obciążenie osiowe i skręcanie oraz (ii) wyniki analizy SEM powierzchni przelomu zmęczeniowego jednej próbki poddanej osiowemu (rozciąganie-ściskanie) obciążeniu wahadłowemu. W pracy przedstawiona jest bardzo dobra analiza otrzymanych obrazów z SEM, wskazując w jaki sposób następował rozwój zniszczenia.

Artykuł 6 opublikowano w najbardziej pasującym do podjętej tematyki czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. W artykule tym znalazło się podsumowanie badań dotyczących rozwoju, propagacji i łączenia się pęknięć oraz wpływu tych zjawisk na mechanizm uszkodzenia zmęczeniowego dla stopu aluminium poddanego czterem przypadkom obciążenia cyklicznego (rozciąganie-ściskanie, skręcanie, wieloosiowe nieproporcjonalne z przesunięciem fazowym i asynchroniczne). Podobnie jak w artykułach 4 i 5 wykorzystano metodę replikacji powierzchni i badania fraktograficzne SEM przelomów zmęczeniowych. W pracy przedstawiono wyniki badań zmęczeniowych z poprzednich prac Doktoranta oraz z prac, w których nie był on autorem.

Zwrócono uwagę, że w artykułach 1-6 cyklu, poświęconych stopowi aluminium i stali wiele rysunków jest identycznych bez zastosowania prawidłowego cytowania.

Artykuł 7 został opublikowany w bardzo dobrym czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. W odczuciu Recenzenta dołączenie tej pracy jest próbą otwarcia nowego tematu z wykorzystaniem dotychczasowych doświadczeń lub sprawdzeniem jak dotychczasowe

doświadczenia i metody mogą być używane do oceny innych materiałów. Autorzy w pracy tej prezentują wyniki badań zmęczeniowych dla obciążenia osiowego, przedstawiając krzywą zmęczeniową dla spieku renu oraz mechanizmy uszkodzenia przy monotonicznym rozciąganiu dla jednoosiowego zmęczenia, wraz z identyfikacją płaszczyzn łupliwości. Opis udziału Doktoranta w tej pracy w porównaniu z oświadczeniami współautorów budzi wiele wątpliwości co do wkładu poszczególnych osób. Z oświadczeń wynika, że Doktorant ma pełny wkład w obszarze badań fraktograficznych, oprogramowania (brak informacji co to oznacza), walidacji (nie wiadomo, metody czy wyników?) i wizualizacji.

Lektura cyklu artykułów pozwala na stwierdzenie, że temat został dobrze dobrany, zakres pracy pozwala na zrealizowanie postawionego celu, a przedstawione wyniki można uznać za dysertabilne. Tym nie mniej należy zwrócić uwagę, że Doktorant we wprowadzeniu odnosi się do wyników zamieszczonych w współautorskich artykułach zamiast przedstawiać własne osiągnięcia, które zamieszczone są w pracach przedstawionego cyklu.

### **3. Ocena pracy**

Lektura pracy doktorskiej mgr inż. Jana Seyda pozwala zauważyć, że Doktorant świetnie porusza się w podjętej tematyce badawczej ze szczególnymi umiejętnościami w prowadzeniu badań mikroskopowych topografii powierzchni, fraktograficznych SEM oraz zastosowaniem żmudnej metody replikacji.

Należy podkreślić, że przedstawiona do recenzji dysertacja jest cyklem artykułów, z których trzy zostały opublikowane w bardzo dobrych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Dodatkowo, w dorobku Doktoranta jest wiele innych opublikowanych prac zawierających prowadzone przez Niego badania mikrostrukturalne i fraktograficzne, które miały na celu poznanie cech materiałów i mechanizmów powstawania uszkodzeń. Artykuł 3, ale nie tylko, pokazuje, że Doktorant dobrze porusza się nie tylko w prowadzeniu badań eksperymentalnych, ale potrafi analizować podstawy teoretyczne rozpatrywanego zagadnienia.

Metody i materiały wykorzystane podczas prowadzenia badań zostały dobrane prawidłowo.

W części opisowej cyklu artykułów Doktorant zawarł informację jakie wyniki badań zostały opublikowane i jakie wnioski z tego płyną. Wszystkie artykuły cyklu są współautorskie. Pomimo, że Doktorant dla każdego z artykułów wskazał swój wkład to wskazanie to, w wielu przypadkach nie jest do końca spójne, a może raczej przedstawione w niejasny sposób w oświadczeniach współautorów zamieszczonych na końcu pracy. Powyższe implikuje konieczność dokładnego przedstawienia podczas obrony informacji, jakie badania wykonał Doktorant i jaki jest Jego wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna oraz w jakim stopniu udało się zrealizować postawiony cel.

Pomimo niejednoznacznych udziałów i oświadczeń, Recenzentowi udało się zidentyfikować następujące najważniejsze osiągnięcia Doktoranta:

- przeprowadzenie dogłębnej analizy mikroskopowej, metalograficznej i fraktograficznej SEM umożliwiającej poznanie procesów inicjacji, propagacji i kumulacji uszkodzeń oraz mechanizmów zniszczenia zmęczeniowego;
- zastosowanie pracochłonnej, rzadko używanej techniki replikacji;
- zbadanie za pomocą fraktografii SEM mechanizmów zniszczenia stopu renu obciążanego cyklicznie osiowo (rozciąganie-ściskanie);
- odniesienie zaobserwowanych zjawisk do modeli prognozowania trwałości zmęczeniowej.

Efekt końcowy badań ma charakter poznawczy i jest nim opis zjawisk zachodzących podczas badań zmęczeniowych materiałów poddanych obciążeniom wieloosiowym synchronicznym i asynchronicznym. Pierwiastkiem utylitarnym ocenianej pracy może być potencjał wyników w wykorzystaniu do doskonaleniu metod szacowania trwałości zmęczeniowej elementów konstrukcyjnych maszyn i urządzeń.

#### **4. Uwagi dyskusyjne i krytyczne**

Przedłożona do oceny dysertacja składa się z 7 artykułów opublikowanych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, tak więc każda z tych prac miała swoich recenzentów. Absolutnie nie jest rolą Recenzenta rozprawy doktorskiej recenzowanie tych prac ponownie. Jednakże, do oceny przedstawiono zestaw 7 artykułów, które stanowią cykl i powinny zostać ocenione łącznie.

Doktorant nie ustrzegł się pewnych "potknięć" i/lub niedociągnięć, które jednak nie pomniejszają mojej pozytywnej oceny pracy doktorskiej jak i jej wartości naukowej.

##### **4.1. Uwagi ogólne**

- 1) Przedstawiony w pracy zakres przeprowadzonych badań (str. 9 i 10) odzwierciedlony jest w załączonych do pracy publikacjach, jednakże lektura tych artykułów generuje w odniesieniu do tego zakresu następujące pytania/uwagi:
  - „*badania zmęczeniowe...*” – dla ilu próbek zbadanych przez Doktoranta zamieszczono wyniki w cyklu artykułów? Czy wykonano analizy statystyczne dla każdego poziomu obciążenia?
  - „*rejestrwanie rozwoju pęknięć na powierzchni próbek ... za pomocą techniki replikacji ...*” – dla ilu próbek zastosowano tę technikę? Jaka była powtarzalność obserwacji?

- „analizę przyczyn rozbieżności w metodach wyznaczania eksperymentalnych wartości naprężeń stycznych ...” – w odniesieniu do publikacji opisującej ten zakres zaproponowane sformułowanie jest bardzo nieprecyzyjne, można jedynie domyślić się, że przeanalizowano różne modele rozkładu naprężeń w skręcanej cyklicznie próbce o przekroju kołowym z otworem i stosunkowo cienkiej ścianie oraz wpływ przyjętych rozkładów na wynik trwałości zmęczeniowej. Zatem czy i w jaki sposób eksperymentalnie wyznaczano rozkład naprężeń stycznych w przekrojach badanych próbek? Ile było tych próbek? Czy prowadzono analizę statystyczną?
  - „monotoniczne rozciąganiu oraz jednoosiowe zmęczenie” – chyba powinno być „analizę zmęczeniową stopu renu poddanego monotonicznemu jednoosiowemu rozciąganiu” – proszę o dokładne przedstawienie kto był autorem dokładnie jakich badań w tej pracy, gdyż nie wynika to jasno z załączonego oświadczenia.
- 2) Czy dla cienkościennych próbek skręcanych i ściskanych sprawdzono, czy stosowane obciążenia nie są większe od obciążeń krytycznych prowadzących do wyboczenia?
  - 3) Założenie stałych naprężeń stycznych przy skręcaniu w zakresie sprężystym stosuje się w przekrojach cienkościennych, tj. takich które spełniają warunek mówiący, że promień krzywizny jest co najmniej 10 razy większy od grubości ścianki. A zatem, czy badane próbki spełniają te warunki? Wiadomo, że rozkład naprężeń po grubości, który w zakresie sprężystym jest liniowo zmienny to w zakresie plastycznym czy sprężysto-plastycznym zależy od przyjętego modelu naprężeniowo-odkształceniowego dla materiału. Wydaje się, że tego elementu brakuje, tzn. informacji jaki model naprężeniowo-odkształceniowy przyjmowano dla badanych materiałów i jak przekłada się to na przyjmowane modele rozkładu naprężeń po grubości ściany.
  - 4) Na rys. 13 str. 33 pojawia się obszar nazwany „*Greatest crack coalescence*”. Jak wyznaczono granicę tego obszaru tj. granicę „szybkiego” największego łączenia się pęknięć i co należy rozumieć przez słowo „*greatests*”?
  - 5) Sformułowanie na stronie 35 „..., można podjąć próbę stworzenia miary skumulowanego uszkodzenia zmęczeniowego” i dalsza część akapitu wskazuje, że Doktorant nie podjął się tej próby i raczej stanowi to zakres dalszych badań. A zatem w jakim stopniu osiągnięty został cel pracy w którym mowa o doskonaleniu i rozwoju narzędzi i metod analiz przewidywania wytrzymałości doraźnej oraz wytrzymałości i trwałości zmęczeniowej?
  - 6) Na str. 35 punkt opisujący najważniejsze osiągnięcia naukowe wskazują analizę zakresu stosowalności różnych metod wyznaczania wartości naprężeń stycznych w kołowo-symetrycznych próbkach skręcanych, a następnie na str. 36 pojawia się zdanie „*Kolejnym krokiem rozwojowym będzie opracowanie metody wyznaczania naprężeń tnących w*

*próbek skręcanych, ...*”. Czy przeprowadzone badania nie wskazały tej metody? A jeżeli nie, to dlaczego nie poszukiwano innych modeli?

- 7) W pracy zabrakło informacji jakie były kryteria doboru materiałów do badań, czy np. mają one jakieś szczególnie różne, a może podobne cechy?

#### **4.2. Uwagi szczegółowe**

Wymienione poniżej uwagi szczegółowe nie wpływają na wartość merytoryczną pracy i częściowo odnoszą się do treści poszczególnych artykułów.

- 1) Rys. 5 str. 27 – czy można wskazać początek pęknięcia i kierunek propagacji? Czy pokazane pęknięcie powstało z wielu małych rys czy jest efektem propagacji jednej rysy?
- 2) Artykuł 1:
  - w streszczeniu pojawia się informacja, że wyniki zamieszczone w pracy stanowią kontynuację wcześniejszych prac; prac Promotora, Doktoranta czy wspólnych i jakich?
  - rys. 1 i inne pokazujące powierzchnie próbek z pęknięciami – dla czytelności warto by zaznaczyć kierunek osi próbki – zakładam, że to oś 0 – 180°;
  - ostatnie zdanie w rozdziale 3.2 „*Usually, the density of cracks was higher...*” implikuje pytanie jak oceniono gęstość pęknięć dla aluminium i stali?
- 3) Artykuł 2 to krótsza wersja artykułu 1, brak informacji co nowego ta praca wnosi do cyklu?
- 4) Artykuł 3:
  - rysunki 9b 10b: dlaczego w podpisie pojawiają się naprężenia osiowe, gdy w tytule i streszczeniu mowa tylko o skręcaniu? jakie naprężenia były wyznaczane i jakie obciążenie było realizowane?
  - rys. 14: jak wyznaczane były naprężenia zredukowane?
  - biorąc pod uwagę sformułowany wniosek „non of considered approximate solution can determine the exact value ...” pojawia się pytanie jakie są rekomendacje Doktoranta oraz na jakiej podstawie ten wniosek sformułowano, czy prowadzone były badania eksperymentalne pozwalające wyznaczyć naprężenia styczne na powierzchni próbki?
  - niezrozumiała konkluzja 7.
- 5) Artykuł 4:
  - brak wyjaśnienia co oznaczają skróty legendy na rys. 3
  - które z obrazów mikroskopowych odnoszą się do wyników badań z pracy Pejkowski i Skibicki (2019), czy prowadzono nowe badania, a jeżeli tak, to ile było prób?
  - co nowego do cyklu artykułów wnosi ta praca w odniesieniu do artykułu 6.
- 6) Artykuł 5:
  - które z pęknięć przedstawionych na rys. 4a wzięto pod uwagę w zdaniu „In Fig. 4a, many cracks formed by the linkage of about 5 small cracks” i dlaczego właśnie te pięć?
  - co nowego do cyklu artykułów wnosi ta praca w odniesieniu do artykułu 6.

- 7) Artykuł 6:
- jaki był cel zestawienia na jednym wykresie wyników z różnych partii próbek o różnej jakości ich wykonania (rysunki 4-6)?
  - jak należy interpretować 101% na rys. 11
- 8) Artykuł 7: Czy był jakiś konkretny powód wybrania kierunku wycinania próbek z płyty przedstawionej na rys. 1?
- 9) Praca pod względem edytorskim i językowym mogłaby być lepiej przygotowana. Przykładowe potknięcia to:
- „opublikowane badania” powinno być: „opublikowane wyniki badań”, to skrót myślowy, gdyż nie publikujemy badań tylko ich wyniki;
  - w opinii Recenzenta sformułowanie „koalescencja pęknięć” dla tego typu zjawisk nie jest odpowiednie – słowo „koalescencja” używa się raczej do łączenia się pustek (pęcherzy gazów w cieczach), w odniesieniu do pęknięć raczej korzystamy ze słowa „kumulacja”; czy zatem w pracy badano łączenie pustek?
  - str. 34 „wspólny trend”, „wspólny mianownik” – nie dodano trend i mianownik czego, tzn. jak i czego dotyczy ten trend i czym jest ten mianownik?
  - liczne błędy literowe i interpunkcyjne.

## **5. Wniosek końcowy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska świadczy o umiejętności prowadzenia skomplikowanych badań doświadczalnych, właściwego wnioskowania na ich podstawie oraz wiedzy nie tylko z zakresu inżynierii mechanicznej, ale również inżynierii materiałowej. Doktorant w szczególności wykazał się dużą umiejętnością badań mikroskopowych i fraktograficznych oraz użycia metody replikacji w badaniu propagacji pęknięć.

Mimo przedstawionych uwag do dyskusji i licznych, ale drobnych potknięć edytorskich stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jana Seyda p.t.: *„Obserwacja mechanizmu inicjacji, propagacji i kumulacji uszkodzeń oraz prognozowanie trwałości zmęczeniowej w zakresie cyklicznych obciążeń wieloosiowych”* przedstawia rozwiązanie ważnego zagadnienia naukowego poszerzającego stan wiedzy w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna tj. spełnia wymagania ustawy prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i na tej podstawie wnioskuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.