

dr hab. inż. Adam Tomczyk
Politechnika Białostocka
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Mechanicznej
Katedra Mechaniki i Informatyki Stosowanej
ul. Wiejska 45C, 15-351 Białystok
tel. 607576706, e-mail: a.tomczyk@pb.edu.pl

Białystok, 19 stycznia 2026

**Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr. inż. Piotra Swachy**

pod tytułem

**Weryfikacja wybranych hipotez kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych
w zakresie wysoko- i gigacyklowym
z zastosowaniem systemu do badań z częstotliwością ultradźwiękową**

przygotowanej pod kierunkiem

dr hab. inż. Adama Lipskiego, prof. PBŚ (promotor)

oraz

dr inż. Michała Piotrowskiego (promotor pomocniczy)

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą formalną do opracowania recenzji było zawiadomienie nr 3/NB.520.3.2025 podpisane przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy Pana dr hab. inż. Łukasza Muślewskiego, prof. PBŚ z dnia 05.11.2025 roku.

Prawną podstawę do opracowania recenzji stanowiła ustawa z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 z późn. zm.).

2. Ocena celowości podjęcia tematyki badawczej

Rozprawa przedstawiona przez Pana mgr inż. Piotra Swachę traktuje o niezwykle istotnym zarówno z naukowego ale przede wszystkim praktycznego punktu widzenia problemie – prognozowania trwałości zmęczeniowej materiałów w zakresie wysoko-

i gigacyklowym także z uwzględnieniem obciążeń programowanych. Wyniki uzyskane w ramach jej realizacji **stanowią istotny wkład w dyscyplinę inżynieria mechaniczna**.

Jak słusznie stwierdza Doktorant we *Wprowadzeniu* zagadnienia zmęczenia w elementach czy konstrukcjach o długim okresie eksploatacji wciąż nie zostały wystarczająco poznane. Dotyczy to przede wszystkim badań eksperymentalnych, które do niedawna były mocno ograniczone ze względu na ich czasochłonność. Dzisiaj istnieją narzędzia badawcze zdolne do odwzorowania warunków eksploatacji, które uwzględniałyby wpływ bardzo dużej liczby cykli. Rozwój nowoczesnych technologii pomiarowych i badawczych stwarza nowe możliwości w tym zakresie. Jedną z najbardziej obiecujących dróg w tym kierunku są badania prowadzone przy wysokich częstotliwościach obciążania za pomocą specjalnych systemów wykorzystujących zjawisko rezonansu. Umożliwiają one osiągnięcie liczby cykli rzędu 10^9 w czasie liczonym w dniach lub tygodniach, co w przypadku zastosowania tradycyjnych metod eksperymentalnych, np. maszyn hydraulicznych, mogłoby wymagać miesięcy lub nawet lat nieprzerwanej pracy. Badania realizowane z ich wykorzystaniem dostarczają nowych informacji o zachowaniu materiałów na skutek oddziaływania długotrwałych obciążeń, szczególnie takich, których w klasycznym podejściu do zmęczenia materiałów przyjęło się nie uwzględniać. Wyniki badań eksperymentalnych stanowią podstawę do prognozowania trwałości zmęczeniowej elementów maszyn czy całych konstrukcji pracujących w reżimie bardzo dużej liczby cykli. To z kolei stanowi podstawę tzw. wytrzymałości dozorowanej i pozwala uniknąć ogromnych strat ekonomicznych, a także zapobiegać ludzkim tragediom. Stwierdzam, że **temat podjęty przez Pana mgr. inż. Piotra Swachę doskonale wpisuje się w aktualną problematykę badawczą i stanowi istotne uzupełnienie wiedzy w zakresie zmęczenia materiałów zwłaszcza w obszarze bardzo dużej liczby cykli**.

3. Charakterystyka i opis rozprawy - ocena formalna i merytoryczna

Przedstawiona do recenzji rozprawa stanowi kolejny, znaczący wkład przedstawicieli „bydgoskiej szkoły”, kierowanej kiedyś przez Pana Prof. Józefa Szalę, a dzisiaj przez jego kolegów i wychowanków, w rozwój ogólnie pojętej dziedziny jaką jest zmęczenie materiałów i konstrukcji. Rozprawa została podzielona na 9 rozdziałów głównych. Poprzedza je *Wykaz ważniejszych skrótów, oznaczeń i symboli*, przedostatnią część stanowi *Literatura* zawierająca 172 pozycje, zaś ostatnią – *Streszczenie* w języku polskim i angielskim.

Jeżeli chodzi o *Wykaz ważniejszych skrótów, oznaczeń i symboli*, zdaniem recenzenta, powinny się tu znaleźć także skróty takie jak np. SEM, PSB, FGA, ODA, BCC, HCP, FCC, skróty dotyczące obróbki statystycznej wyników i inne, które co najmniej kilkakrotnie przewijają się tekście rozprawy. Ponadto, na przykład skróty BCC oraz HCP nie zostały nigdzie wyjaśnione w treści pracy, a powinny zostać wyjaśnione przy pierwszym ich zastosowaniu lub właśnie we wspomnianym wykazie.

We *Wprowadzeniu* Autor wskazuje na konieczność uzupełnienia wiedzy w obszarze badań gigacyklowych przytaczając liczne przypadki uszkodzeń, które wystąpiły po setkach milionów lub miliardach cykli obciążenia. Dotyczyły one uszkodzeń we wszystkich praktycznie gałęziach przemysłu: budownictwie, przemyśle motoryzacyjnym, lotniczym, energetycznym, stoczniowym etc. Zwraca też uwagę, że dzisiaj dzięki nowoczesnym technologiom i aparaturze badawczej istnieją obiecujące możliwości prowadzenia badań zmęczeniowych w zakresie bardzo dużej liczby cykli redukując znacząco czas ich trwania.

W rozdziale drugim Doktorant dokonuje szerokiego przeglądu wiedzy dotyczącego tematyki rozprawy. Wykazuje się przy tym znaczącym rozeznaniem w tym zakresie. Wskazuje konkretne przypadki zniszczenia zmęczeniowego, które następowało dużo później niż 10^7 cykli obciążenia i to poniżej klasycznie pojmowanej granicy zmęczenia. Mówi o bezwzględnej konieczności uwzględniania zakresu gigacyklowego na wykresach trwałości zmęczeniowej materiałów. Klasyfikuje materiały na materiały typu I czyste metalurgicznie i pozbawione defektów wewnętrznych i wtrąceń oraz typu II – zawierające niejednorodności i wydzielania faz wtórnych. Opisuje mechanizmy towarzyszące zmęczeniu obu typów materiałów podpierając się odpowiednimi wykresami i schematami. W tym samym rozdziale Autor opisuje także istotę badań ultradźwiękowych stanowiących zasadniczy element rozprawy. Przedstawia szczegółową budowę stosu ultrasonicznego w bardzo klarowny sposób wykazując się szeroką wiedzą nie tylko w obszarze inżynierii mechanicznej ale także elektroniki i elektrotechniki. Charakteryzuje także wady i zalety stosowanej przez siebie metody badań. Opisuje między innymi wpływ częstotliwości, temperatury, efekt skali, a także efekt tłumienia, które w późniejszych rozdziałach stara się uwzględnić. Opisuje efekty związane z obciążeniami programowanymi wykazując, że w zakresie bardzo dużej liczby cykli nie zostały one jeszcze wystarczająco poznane. Pod koniec rozdziału drugiego Pan mgr. inż. Piotr Swacha charakteryzuje hipotezy zmęczeniowe, które w dalszej części rozprawy wykorzystuje do prognozowania trwałości zmęczeniowej. Bardzo dobrym, zdaniem recenzenta, posunięciem Doktoranta było umieszczenie na końcu rozdziału drugiego wniosków płynących z przeglądu stanu wiedzy. Wnioski te stanowią niejako skoncentrowane wytyczne do badań przedstawionych w kolejnych rozdziałach. Wniosek nr 2 (str. 51) został dość niefortunnie sformułowany tj. tak jakby czystość metalurgiczna i mikrostruktura wpływały na mechanizmy inicjacji tylko w zakresie gigacyklowym. Zdaniem recenzenta czystość metalurgiczna i mikrostruktura materiału (a także jej prawdopodobna ewolucja podczas zmęczenia) mają wpływ w każdym obszarze, zarówno na inicjację jak i propagację pęknięcia. Mankamentem rozdziału drugiego jest umieszczanie na niemal wszystkich rysunkach i wykresach opisów w języku angielskim. Rozprawę napisano w języku polskim i można było te opisy także „przerobić” nawet jeśli rysunki były skanowane. Autor używa także często sformułowania „pęknięcia inicjują się” co sugeruje, że pęknięcie inicjuje „samo z siebie”. Zdaniem recenzenta powinno się używać sformułowania „pęknięcie inicjuje”. Na stronie 37 Doktorant powołuje się na normę ASTM E1876, której nie umieścił w spisie literatury. Podobnie: na stronie 49 można znaleźć powołanie na pracę Wöhlera, której nie ma także w spisie, na stronie 50 – Basquina i na 51 – Hücka i Gattsa.

W rozdziale trzecim Pan mgr inż. Piotr Szwach stawia hipotezę badawczą, określa jasno cel rozprawy i opisuje krótko jej zakres.

W rozdziale czwartym przedstawiono szczegółowy program badań, który w dalszych etapach jest skrupulatnie realizowany. Opisano tu między innymi stosowaną aparaturę badawczą oraz procedurę przygotowania jej do konkretnych badań. Scharakteryzowano także szczegółowo każdy z realizowanych programów badań stałoamplitudowych i programowanych. Uzasadniono wybór materiału stanowiącego przedmiot badań tj. stali S355J2+N. Jest to bardzo popularna stal powszechnie stosowana np. do budowy mostów, w transporcie kolejowym, na elementy maszyn roboczych ciężkich etc. A więc wszędzie tam, gdzie wymagana jest trwałość w zakresie gigacyklowym. Jednocześnie materiał ten był już wcześniej przedmiotem badań pracowników jednostki, z której wywodzi się Doktorant. Nie pozostaje to bez znaczenia ponieważ może pozwolić w przyszłości na porównywanie wyników badań i stworzenie swoistej biblioteki dla tego materiału. W tabeli 4.2 na stronie 69 Autor podaje skład chemiczny badanego materiału powołując się na normę PN-EN 10025-2:2019 jednak normy tej nie zamieszcza w spisie literatury. Na rysunku 4.10 przedstawia widok mikrostruktury materiału przy czym na zdjęciu przedstawiającym przekrój wzdłuż osi próbki podziałka jest niewidoczna.

Badania eksperymentalne podzielono na dwa etapy: badania wstępne i badania właściwe. Pierwsze z nich opisano w rozdziale piątym. Dotyczyły one wyznaczenia podstawowych parametrów monotonicznych badanej stali oraz jej gęstości. Przywołano tu normę PN-EN ISO 6892-1:2019 oraz ASTM E111, które nie zostały umieszczone w spisie literatury. Na stronie 71 w ostatnim akapicie sformułowano zdanie: „Na podstawie wyników prób dla każdego materiału [...]” które powinno brzmieć: „Na podstawie wyników uzyskanych dla każdej próbki [...]” ponieważ badano jeden materiał. Na szczególną uwagę zasługuje opisany w tym rozdziale, opracowany i zweryfikowany autorski układ do weryfikacji naprężeń w próbce. Przedstawiony opis oraz obliczenia i wstępne testy świadczą o dużej wiedzy i umiejętnościach Doktoranta nie tylko w obszarze inżynierii mechanicznej ale także elektroniki i elektrotechniki o czym wspomniano wcześniej. Zaproponowana przez Pana mgr. inż. Piotra Swachę procedura weryfikacji naprężeń w próbce stanowi hybrydę testów eksperymentalnych z wykorzystaniem tensometrii elektrooporowej i numerycznych z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES). W trzecim akapicie na stronie 102 Doktorant błędnie odwołuje się do rysunków 5.26a i 5.26b. Odwołanie to powinno dotyczyć bowiem rysunków 5.28a i 5.28b. Jednocześnie opis osi pionowej na rysunku 5.28b wskazuje, że są to naprężenia wzdłużne podczas gdy rozkład dotyczy naprężenia zredukowanego. Na stronie 103 pojawia się kolejna nieścisłość. Autor twierdzi, że „do obliczeń przyjęto wartość naprężenia wzdłużnego $\sigma_a=205.38\text{MPa}$.” Tyle, że to nie jest naprężenie wzdłużne a zredukowane o czym świadczy rysunek 2.28a. Co prawda różnice między wspomnianymi naprężeniami są znikome i nie mają większego wpływu na wyniki obliczeń ale nieścisłość pozostaje. Metoda elementów skończonych została także wykorzystana do określenia tłumienia wewnętrznego materiału. W tym samym rozdziale

Doktorant krótko charakteryzuje także aparaturę do analizy fraktograficznej powierzchni przełomów zmęczeniowych.

Rozdział szósty dotyczy badań zasadniczych. Zrealizowano je zgodnie z wcześniej opisanym programem badań stałoamplitudowych oraz programowanych. Wyniki badań przedstawiono w formie tabelarycznej oraz graficznej na odpowiednich wykresach. Nie udało się uniknąć tu kilku błędów. W tabeli 6.2 wartości parametru a_w dla zakresu HCF i VHCF zostały błędnie wyznaczone. Zgodnie z równaniem (2.34) powinny one wynosić, zdaniem recenzenta, nie -44.7894 i -94.9813, a odpowiednio -0.02233 i -0.01053. Analogiczny błąd wkradł się do tabeli 6.4 gdzie dla krzywych S-N(1R) i S-N(K) zamiast wartości a_w wynoszących 56.3774 oraz 43.8119 powinny znaleźć się odpowiednio wartości: -0.01774 oraz -0.02283. Jak pokazują wykresy przedstawione na rysunkach 6.1÷6.3 do obliczeń przyjęto poprawne wartości. W rozdziale szóstym przedstawiono także wyniki analizy mikroskopowej powierzchni przełomów zmęczeniowych. Doktorant używa tu nazewnictwa „obraz 2D” i „mapa 3D”. Zdaniem recenzenta jest ono nieściśle. Tak naprawdę są to przecież widoki tej samej powierzchni przełomu: raz widok z kierunku osi próbki, a raz z pewnej perspektywy. Trzeba też powiedzieć, że jakość tych zdjęć nie jest najlepsza – być może wynika to z jakości druku – w wersji elektronicznej pracy jakość jest dużo lepsza. Nie mniej jednak najistotniejsze informacje dają się zaobserwować i opisać co Doktorant skrupulatnie czyni. Trzeba też zauważyć, że o ile wszystkie zdjęcia w widoku z kierunku osi próbki opatrzone są skalą o tyle widoki z perspektywy zawsze pozbawione są tej skali. Przy czym skale te na pewno są różne. Na stronie 113 Autor opisuje powierzchnie przełomów przedstawione na rysunkach 6.6 i 6.7: „Obszar odpowiadający strefie propagacji pęknięcia wykazuje wyraźne pasma barwne w odcieniach żółto-złoty, niebieskich i fioletowych powstałe w wyniku utleniania materiału podczas końcowej fazy pęknięcia i dołamania.” Zdaniem recenzenta wspomniane rysunki pokazują, że kolorowe powierzchnie towarzyszą całemu obszarowi powolnej propagacji, natomiast strefa dołamania pozostaje bezbarwna. I nasuwa się tu także pytanie dlaczego „utlenione obszary” nie pojawiają się w każdym przypadku. I co sprzyja temu utlenianiu? Na pewno podwyższona temperatura. Ale czy nie jest możliwe, że przy współczynniku asymetrii cyklu $R=-1$ w części ściskającej cyklu jest to związane z kontaktem stykających się przeciwległych powierzchni przełomu? To oczywiście są tylko dywagacje, których potwierdzenie wymaga dodatkowych żmudnych badań. W dalszej części omawianego rozdziału szóstego przedstawiono wyniki badań dotyczących obciążeń programowanych. Analizując powierzchnie przełomów zmęczeniowych Doktorant próbuje powiązać charakter przełomu z konkretnym schematem bloków obciążenia. Rozdział szósty zakończony jest podsumowaniem w postaci wniosków płynących z badań. Są one jak najbardziej słuszne ale wniosek 5 może budzić pewne wątpliwości. Autor twierdzi w nim, że: „Czystość metalurgiczna materiału w połączeniu z gradientem naprężenia w obszarze środkowym spowodowały, że inicjacja pęknięć następowała wyłącznie na powierzchni próbek.” Taki wniosek nie musi być do końca prawdziwy. A co z defektami powierzchniowymi? Prawdopodobnie Doktorant zakłada, że powierzchnia próbki wolna jest od ewentualnych mikro rys. Jednak brak jest w dysertacji jakichkolwiek informacji na temat jakości powierzchni, ewentualnie przykładowych zdjęć mikroskopowych tej powierzchni.

Swoiste zwieńczenie pracy stanowią rozdziały siódmy i ósmy, w którym Pan mgr inż. Piotr Swacha wykorzystuje kilka klasycznych hipotez zmęczeniowych (lub ich modyfikacji) do prognozowania trwałości zmęczeniowej w zakresie wysoko- i gigacyklowym. Porównuje wyniki prognozowania uzyskane dla wspomnianych hipotez z wynikami badań eksperymentalnych uzyskanych dla zrealizowanych wcześniej programów obciążeń stałoamplitudowych i programowanych. Na tej podstawie formułuje wnioski dotyczące stosowalności różnych hipotez w konkretnych przypadkach obciążeń. Należy zwrócić uwagę, że wyniki badań poddano rzetelnej analizie statystycznej, która często w literaturze przedmiotu bywa traktowana po macoszemu. Na szczególną uwagę zasługuje oryginalna propozycja wprowadzająca wskaźnik jakości Q , który łączy w sobie ocenę dokładności średniej wartości względem badań eksperymentalnych oraz stabilności wyników. Wskaźnik ten okazał się bardzo pomocnym narzędziem w ocenie przydatności konkretnych hipotez do prognozowania trwałości zmęczeniowej w zakresie wysoko- i gigacyklowym.

W ostatnim, dziewiątym rozdziale Doktorant dokonuje podsumowania przeprowadzonych badań oraz ich wyników formułując bardzo szczegółowe i prawdziwe wnioski. Jednocześnie Pan mgr inż. Piotr Swacha wyraża pewien niedosyt i zauważa konieczność prowadzenia dalszych badań w rzeczonym zakresie. Dlatego też na zakończenie przedstawia propozycje prac, na których zamierza skupić się w najbliższej przyszłości.

W spisie literatury w pozycji [133] nie podano nr woluminu tj. 168, zaś w pozycji [135] nie podano tytułu woluminu, w którym zamieszczony jest artykuł tj. *Experimental Mechanics, Materials Research Proceedings*, Vol. 30.

Pytania i komentarze, które pojawiły się w punkcie 3 niniejszej recenzji **nie wymagają** odpowiedzi Doktoranta. Pytania wymagające odpowiedzi czy komentarza zostaną sformułowane w punkcie 7.

4. Szczegółowe błędy o charakterze redakcyjno-językowym

str.	jest	powinno być
7	N_c – całkowita liczba cykli do pęknięcia zmęczeniowego	N_c – całkowita liczba cykli do inicjacji pęknięcia zmęczeniowego
8	σ_{mt} – średnie naprężenia na długości bazy ekstensometru a , MPa	σ_{mt} – średnie naprężenia na długości a bazy ekstensometru, MPa
9	pracujących w oparciu rezonansu	wykorzystujących zjawisko rezonansu
13	Takie obciążenia oraz odpowiadające im naprężenia nazywa się zmiennymi lub cyklicznymi.	Takie obciążenia oraz odpowiadające im naprężenia nazywa się zmiennymi a w przypadku regularnych ich zmian – cyklicznymi.
14	inicjują się	inicjują
15	wykazują inicjację	wykazują skłonność do inicjacji

22	dodatkowej falowód	dodatkowego falowodu
23	szybkością badań	czasem realizacji badań
33	poddawać badanią	poddawać badaniom
34	magneto-mechaniczną	magneto-mechaniczna
36	dominujei	dominuje i
37	akumulacji	kumulacji
40	innidla	inni dla
49	przeglądów	przeglądu
50	gałąź	gałąź
64	Chłodzono je	Chłodzono ją
64	utrzymywano ich	utrzymywano jej
70	wydłużenie poprzeczne	przewężenie
71	każdego materiału	każdej próbki
74	mikromierza	mikrometru
92	Jako amplitudę naprężenia	Jako amplitudę przemieszczenia
102	Na rysunku 26a	Na rysunku 28a
102	Na rysunku 26b	Na rysunku 28b
103	naprężenie wzdłużne (opis osi pionowej na rys. 28b)	naprężenie zredukowane
109	-44.7894	-0.02233
109	-94.9813	-0.01053
110	56.3774	-0.01774
110	43.8119	-0.02283
111	pęknięciu w	pęknięciu w
111	propagowało się	propagowało

5. Mocne strony rozprawy

1. **Opracowano i zweryfikowano procedurę badań zmęczeniowych z zastosowaniem ultradźwiękowego systemu badawczego** uwzględniającą m.in. aspekty związane z wyznaczeniem właściwości materiałowych, projektowaniem próbek, kalibracją układu obciążania oraz jego weryfikacją. W tym **opracowano autorski układ pomiarowy do weryfikacji naprężeń w próbce**.
2. **Dokonano weryfikacji wybranych hipotez zmęczeniowych** zarówno dla obciążeń stałoamplitudowych jak i programowanych wskazując ograniczenia ich stosowalności.
3. Charakter badań jest **planowy i systematyczny**. Postawiono tezę, określono cele, które posłużyły do jej udowodnienia oraz sposób ich realizacji. Połączenie badań eksperymentalnych w tym badań powierzchni przełomów z analizą numeryczną i wykorzystaniem modeli (hipotez) teoretycznych **czyni te badania kompleksowymi**.

6. Dorobek publikacyjny Doktoranta

Na dzień złożenia rozprawy dorobek publikacyjny Doktoranta związany z tematyką rozprawy stanowią trzy publikacje:

- [1] Swacha P., Lipski A., 2023. Cracking of S355J2+N Steel in the High-Cycle and Very-High-Cycle Fatigue Regimes, *Int. J. Fatigue*, Vol. 168, 107388.
- [2] Swacha P., Lipski A., 2021. Fatigue Life Tests in the Gigacycle Range Using a Resonant Testing Machine. Construction and Principle of Operation (In Polish). *Design, Construction and Operation of Machinery*. R. Pawliczek, R. Owsinski, and T. Łagoda, eds. Publishing House of the Opole University of Technology Opole. pp. 179–190.
- [3] Swacha P., Lipski A., Piotrowski M., 2023. Determination and Experimental Verification of the Relation between Stress Amplitude and Vibration Amplitude in the VHCF Regime, *Experimental Mechanics, Materials Research Proceedings*, Vol. 30, 75-82.

Należy zwrócić uwagę, że we wszystkich pracach Doktorant występuje jako pierwszy autor co świadczy o jego dominującym udziale w ich powstaniu. Na szczególną uwagę zasługuje pierwsza z prac opublikowana w periodyku o bardzo wysokiej renomie tj. *International Journal of Fatigue* (IF w 2023 roku wynosił 5.7, dzisiaj – 6.8). W zakresie publikacyjnym Pan mgr inż. Piotr Swacha **spełnia więc wymogi odnośnie ustawy**.

7. Pytania do Doktoranta (wymagające dyskusji i odpowiedzi)

- 1. Na stronie 111 (ostatni akapit) Doktorant twierdzi: „Morfologia przełomu wskazuje na zaawansowane procesy uplastycznienia, typowe dla dużych odkształceń plastycznych rozwijających się w warunkach wysokiego poziomu naprężeń.” Rzeczywiście charakter przełomu wykazuje cechy plastyczne o czym świadczy także silny efekt „szybkowania”. Jak wyjaśnić powstawanie efektów plastycznych skoro $\sigma_a = 360$ MPa, zaś granica proporcjonalności $R_H = 370$ MPa (tab. 4.2, str. 74)?
- 2. We wniosku 5 na stronie 121 widnieje zdanie: „Czystość metalurgiczna materiału w połączeniu z gradientem naprężenia w obszarze środkowym spowodowały, że inicjacja pęknięć następowała wyłącznie na powierzchni próbek.” Takie stwierdzenie budzi wątpliwości. Wydaje się, że brak jest tu odniesienia do ewentualnych defektów powierzchniowych np. mikro rys. Prawdopodobnie Doktorant zakłada, że powierzchnia próbki wolna jest od tego typu defektów. Jednak brak jest w dysertacji jakichkolwiek informacji na temat jakości powierzchni, ewentualnie przykładowych zdjęć mikroskopowych tej powierzchni. Czy istnieje możliwość potwierdzenia, że takich defektów rzeczywiście nie było?
- 3. Rozprawa dotyczy zmęczenia materiału i nasuwa się pytanie o cykliczne jego zachowanie. Recenzent ma tu na myśli umocnienie/osłabienie. Oczywiście badania prowadzone były przy amplitudach poniżej granicy proporcjonalności ale sam Doktorant zauważył, że

efekty plastyczne występują. Skoro tak to czy po pojawieniu się tych efektów (prawdopodobnie w późnym etapie życia zmęczeniowego) obserwowano np. pętle histerezy? Czy Doktorant jest w stanie przedstawić jakiegokolwiek wyniki świadczące o cyklicznym zachowaniu się materiału? To pytanie wiąże się trochę z pytaniem 1.

Recenzent zwraca się z prośbą do Doktoranta o **udzielenie odpowiedzi lub skomentowanie powyższych trzech pytań** np. drogą mailową na adres poczty przedstawiony w nagłówku niniejszej recenzji.

8. Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Piotra Swachy pt.: *Weryfikacja wybranych hipotez kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych w zakresie wysoko- i gigacyklowym z zastosowaniem systemu do badań z częstotliwością ultradźwiękową* stanowi jak najbardziej aktualne osiągnięcie dotyczące prognozowania trwałości zmęczeniowej materiałów w zakresie wysoko- i gigacyklowym z uwzględnieniem obciążeń programowanych. **Osiągnięcie to wpisuje się w dyscyplinę inżynieria mechaniczna w ramach dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych.** Doktorant wykazał się szeroką wiedzą we wspomnianej dyscyplinie, a także kompetencjami umiejętnościami związanymi z prowadzeniem badań eksperymentalnych i obliczeń numerycznych.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że przedstawiona do recenzji **rozprawa doktorska spełnia kryteria formalne i zwyczajowe stawiane tego typu rozprawom** w myśl ustawy z dnia 18 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 z późn. zm.). Wnioskuje niniejszym do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy o **dopuszczenie Pana mgr inż. Piotra Swachy do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna w tym do publicznej obrony.**



PODPIS ZAUFANY

Adam
TOMCZYK

19.01.2026 09:37:12 GMT+1

Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

.....
Adam Tomczyk