

Gdańsk, 01.06.2025

Janusz Kozak
Politechnika Gdańska
Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa
80-233 Gdańsk
Narutowicza 11/12

Recenzja dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

W związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego Panu dr. inż. Adamowi Tomczykowi w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna,

I. Podstawa formalna

Niniejsza opinia została opracowana w związku z postępowaniem habilitacyjnym dr. inż. Adama Tomczyka, na zlecenie Politechniki Białostockiej, w oparciu o decyzję Rady Doskonałości Naukowej (pismo Nr DRKN.Z2.400.38.2025 z dnia 13. kwietnia 2025).

Przedmiotem oceny jest dorobek naukowo-badawczy, dydaktyczny i działalność organizacyjna dr. inż. Adama Tomczyka.

II. Ogólna charakterystyka działalności naukowej Kandydata

Doktor inżynier Adam Tomczyk ukończył studia magisterskie 01.09.1998 na kierunku mechanika i budowa maszyn, w specjalności „komputerowe wspomaganie projektowania”, na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej (PB).

W roku 2023 uzyskał stopień doktora nauk technicznych (nie ubiegając się wcześniej o tytuł doktora) w dyscyplinie mechanika, na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych, Politechniki Warszawskiej, na podstawie rozprawy: ”Modelowanie propagacji pęknięć zmęczeniowych w dwuosiowym stanie obciążenia”. Promotorem był dr hab. inż. Andrzej Seweryn, prof. PB

Po ukończeniu studiów magisterskich habilitant rozpoczął pracę w Politechnice Białostockiej przechodząc kolejne szczeble awansu naukowca aż do zatrudnienia na stanowisku adiunkta, od roku 2005 - do chwili obecnej, w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej, na Wydziale Mechanicznym PB.

Działalność naukowo-badawcza dr inż. Adama Tomczyka związana jest z dyscypliną inżynieria mechaniczna. Dorobek naukowo-badawczy obejmuje 33 pozycje, w tym 26 po uzyskaniu stopnia doktora.

Sumaryczny IF po uzyskaniu stopnia doktora: 51,122 w tym dla prac wchodzących w skład cyklu monograficznego: 33.52.

Cytowania publikacji : 135 wg WoS, w tym 92 bez autocytowań,
indeks Hirsha (wg WoS, Scopus, GoogleScholar): 8.
Autor był kierownikiem lub wykonawcą w 17 projektach badawczo wdrożeniowych.

III. Ocena cyklu monograficznego

Jako osiągnięcie badawcze wynikające z art. 219, ust. 1 pkt 2 Ustawy Habilitant wskazał jednotematyczny cykl publikacji zatytułowany „Badania eksperymentalne i modelowanie wzrostu uszkodzeń w procesie pełzania oraz niskocyklowego zmęczenia stopów metali”.

Na cykl ten składa się dziewięć powiązanych tematycznie artykułów oraz jeden wzór użytkowy, jak następuje:

1. Tomczyk A., Seweryn A., Fatigue life of EN AW-2024 alloy accounting for creep pre-deformation at elevated temperature, *International Journal of Fatigue* 103, 2017, 488-507 (IF=3.132), doi:10.1016/j.ijfatigue.2017.06.0. Wkład habilitanta: 80%.
2. Tomczyk A., Seweryn A., Doroszko M., Monotonic behaviour of typical Al-Cu-Mg alloy pre-strained at elevated temperature, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics* 56, 2018, 1055-1068 (IF=0.771), doi:10.15632/jtam-pl.56.4.1055. Wkład habilitanta: 70%.
3. Tomczyk A., Seweryn A., Grądzka-Dahlke M., The effect of dynamic recrystallization on monotonic and cyclic behaviour of Al-Cu-Mg alloy, *Materials* 11, 2018, 874 (IF=2.972), doi:10.3390/ma11060874. Wkład habilitanta: 70%.
4. Tomczyk A., Seweryn A., Experimental investigation and modeling of damage accumulation of EN-AW 2024 aluminum alloy under creep condition at elevated temperature, *Materials* 14, 2021, 404 (IF=3.748), doi:10.3390/ma14020404. Wkład habilitanta: 80%.
5. Tomczyk A., Seweryn A., Experimental investigations and damage growth modeling of EN-AW 2024 aluminum alloy under LCF loading accounting creep pre-strain, *Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures* 45, 2022, 2703–2720 (IF=3.7), doi:10.1111/ffe.13768. Wkład habilitanta: 80%.
6. Falkowska A., Tomczyk A., Seweryn A., The effect of elevated temperature on LCF damage growth in 2024AA – Experiment and modeling, *Engineering Failure Analysis* 158, 2024, 108015 (IF=4.4), doi:10.1016/j.engfailanal.2024.108015. Wkład habilitanta: 50%.
7. Tomczyk A., Grodzki W., Seweryn A., The effect of preliminary creep-damage on material behavior under LCF tension/compression and pure torsion regimes, *International Journal of Fatigue* 178, 2024, 108017 (IF=5.7), doi:10.1016/j.ijfatigue. 2023.108017. Wkład habilitanta: 70%.
8. Tomczyk A., Seweryn A., LCF behavior of 2024AA under uni- and biaxial loading taking into account creep pre-deformation, *Engineering Fracture Mechanics* 96, 2024, 109867 (IF=4.7), doi:10.1016/j.engfracmech.2024.109867. Wkład habilitanta: 80%.
9. Tomczyk A., Seweryn A., Modeling of damage interaction due to uniaxial creep and subsequent LCF pure torsional loading, *Engineering Failure Analysis*, 171, 2025, 109407. (IF=4.4), doi:10.1016/j.edgfailanal.2025.109407. Wkład habilitanta: 80%.

10. Koniuszewski R., Tomczyk A., Konstrukcja układu do pomiaru wydłużeń próbek w podwyższonych temperaturach z wykorzystaniem urządzeń pomiarowych przeznaczonych do pracy w temperaturze pokojowej, Wzór użytkowy nr 68955 Y1.

1. Ocena doboru tematyki cyklu

W niektórych elementach konstrukcyjnych pod wpływem długotrwałego obciążenia występuje często proces pełzania w podwyższonej temperaturze, niezależnie od działających nań obciążeniom cyklicznie zmiennym. Dzieje się tak między innymi w przypadku aluminiowych obudów generatorów turbin wiatrowych które podczas pracy mogą osiągać temperaturę nawet 250°C. Również w przypadku wysokociśnieniowych rurociągów wypełnionych czynnikiem o podwyższonej temperaturze występuje zjawisko pełzania obok towarzyszącego procesu zmęczenia. Wstępne odkształcenia w podwyższonej temperaturze stanowią także istotę procesów formowania poprzez starzenie pełzaniowe stosowanych np. do produkcji poszycia skrzydeł samolotów. Na etapie projektowania takich elementów składowych konstrukcji istotne jest określenie trwałości zmęczeniowej materiału poddanego wstępnym odkształceniom pełzaniowym. Te ostatnie wywołują uszkodzenia strukturalne co wpływa na kumulację uszkodzeń podczas samego procesu zmęczenia. Problem wpływu wstępnych odkształceń pełzaniowych na zachowanie się różnych metali poddanych działaniu obciążeń zmęczeniowych, a zwłaszcza złożonych, pozostaje wciąż nie w pełni zbadany.

W ramach badań Habilitant zajął się analizą wpływu predeformacji pełzaniowej na właściwości monotoniczne oraz zmęczeniowe wybranego stopu aluminium. W ramach obszaru zainteresowań habilitant jako cel naukowy przyjął: „Opracowanie wpływu predeformacji pełzaniowej w podwyższonej temperaturze na niskocyklową trwałość zmęczeniową stopu aluminium EN-AW 2024 oraz opracowanie, na tej podstawie, modelu wzrostu uszkodzeń w procesie niskocyklowego zmęczenia z uwzględnieniem efektów wcześniejszej predeformacji pełzaniowej”.

1. **Stwierdzam, że tematyka pracy mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, dobór tematyki jest bardzo trafny: zarówno ze względu na dotychczasową niekompletność ujęcia naukowego jak i z punktu widzenia potrzeb praktyki projektowej i eksploatacyjnej, na przykład w obszarze morskiej energetyki wiatrowej.**

Zgodnie z art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r., poz. 574 ze zm.; zwanej dalej ustawą) stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, Art. 219. 1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

1)

2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:

a), lub



b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydаныmi na podstawie art. 267 ust. 2,

2. Stwierdzam, że zaprezentowany cykl monograficzny, którego łączny IF wynosi 33,523 został opublikowany w znaczących czasopismach naukowych, a zatem spełnia przesłanki Art.219. 1, pkt 2 lit. b,

2. Charakterystyka osiągniętych rezultatów naukowych i główne elementy dorobku przedstawionego w cyklu

Dla zdefiniowanego celu naukowego jak następuje „Opracowanie wpływu predeformacji pełzaniowej w podwyższonej temperaturze na niskocyklową trwałość zmęczeniową stopu aluminium EN-AW 2024 oraz opracowanie, na tej podstawie, modelu wzrostu uszkodzeń w procesie niskocyklowego zmęczenia z uwzględnieniem efektów wcześniejszej predeformacji pełzaniowej”,

jako szczegółowe zadania służące realizacji postawionego celu głównego przyjęto:

- wyznaczenie charakterystyk pełzaniowych badanego stopu w różnej temperaturze i dla różnych wartości obciążeń,
- wyznaczenie charakterystyk zmęczeniowych materiału wyjściowego w pokojowej i podwyższonej temperaturze,
- wyznaczenie charakterystyk zmęczeniowych materiału z różną wielkością wstępnych odkształceń pełzaniowych,
- opracowanie modelu wzrostu uszkodzeń podczas procesu pełzania w temperaturze podwyższonej,
- opracowanie algorytmów prognozowania trwałości zmęczeniowej stopu wyjściowego oraz stopu z predeformacją pełzaniową.

Pierwszy etap prowadzonych badań dotyczył obciążeń jednoosiowych zarówno jeśli chodzi o proces pełzania, monotonicznego rozciągania, jak również zmęczenia. Badania monotonicznego rozciągania i pełzania do zniszczenia zostały przeprowadzone na próbkach osiowosymetrycznych pełnych wykonanych ze stopu aluminium EN-AW 2024 w odmianie T3511, w temperaturze pokojowej oraz podwyższonej aż do 300°C. W badaniach wykorzystano także specjalny przyrząd stanowiący przedmiot wzoru użytkowego, na który Habilitant uzyskał ochronę Urzędu Patentowego RP.

Badania te dostarczyły danych do wykorzystania charakterystyk monotonicznych w późniejszych badaniach związanych z procesem niskocyklowego zmęczenia. Wyniki przeprowadzonych badań pokazały, iż wartości podstawowych parametrów wytrzymałościowych badanego stopu maleją wraz ze wzrostem temperatury. Otrzymane krzywe pełzania do zniszczenia posłużyły do określenia dwóch znacznie różniących się stanów odkształcenia, które przyjęto później za odkształcenia wstępne. Pierwsze z nich odpowiadało

początkowi drugiego, stabilnego etapu pełzania, zaś drugie – było pewnym odkształceniem z trzeciego etapu pełzania. Po ustaleniu wspomnianych poziomów odkształcenia próbki wykonane z materiału wyjściowego były obciążane w procesie pełzania przy stałej sile w temperaturze podwyższonej do osiągnięcia założonej wartości wybranego poziomu odkształcenia. W taki sposób uzyskiwano materiał o dwóch różnych stopniach predeformacji w każdej rozważanej temperaturze.

Przeprowadzone badania pokazały, że za pomocą wstępnych odkształceń pełzaniowych można kształtować monotoniczne charakterystyki wytrzymałościowe materiału.

Kolejnym etapem prac dotyczył propozycji modelu wzrostu uszkodzeń wywołanych procesem pełzania w podwyższonej temperaturze. Wyniki badań eksperymentalnych procesu pełzania do zniszczenia pozwoliły na sformułowanie modelu kumulacji uszkodzeń. Wprowadzono zmienną stanu uszkodzenia materiału ω_{creep} i założono, że w przypadku materiału wyjściowego (nieuszkodzonego) $\omega_{\text{creep}}=0$, natomiast w chwili inicjacji pęknięcia $\omega_{\text{creep}}=1$. Przyrost wspomnianej zmiennej uzależniono od bieżącej wartości nominalnych naprężeń normalnych oraz przyrostu liniowych odkształceń plastycznych. Zaproponowany model został pozytywnie zweryfikowany doświadczalnie. Wykazano także istnienie pewnej przejściowej wartości naprężenia pełzania oraz odpowiadającej im wartościom czasu pełzania i odkształcenia przy zerwaniu takim, że do chwili osiągnięcia tych wartości wraz ze spadkiem wartości obciążenia wydłuża się czas pełzania i jednocześnie wzrasta wartość odkształcenia w chwili zerwania. Po przekroczeniu tych przejściowych wartości spadkowi obciążenia towarzyszy wydłużenie czasu pełzania do zniszczenia przy jednoczesnym spadku wartości odkształcenia przy zerwaniu. Taka sytuacja miała miejsce dla temperatury gdzie obciążenie nie przekraczało granicy plastyczności badanego stopu. Efekt ten może być uwzględniony poprzez uzależnienie wartości parametrów w proponowanym modelu nie tylko od temperatury, ale także od czasu jej działania.

Następny etap badań stanowiły testy niskocyklowego zmęczenia materiału w zakresie rozciągania/ściskania. Dotyczyły one zarówno materiału wyjściowego jak i materiału z różną predeformacją pełzaniową. W ramach tego etapu badań wyznaczono charakterystyki zmęczeniowe materiału w postaci krzywych trwałości zmęczeniowej w sensie Mansona-Coffina-Basquina oraz krzywych cyklicznego odkształcenia w sensie Ramberga-Osgooda. Wyniki uzyskane dla materiału z różną historią wstępnych odkształceń pełzaniowych zostały porównane z odpowiednimi wynikami uzyskanymi dla materiału wyjściowego. Porównanie to pokazało, że w obszarze dużych odkształceń plastycznych następuje wyraźna poprawa trwałości zmęczeniowej (przy zadanej amplitudzie odkształcenia) materiału z predeformacją w temperaturze 200°C i 300°C w stosunku do materiału wyjściowego. Poprawa ta dla największych wartości amplitud obciążenia w przypadku wstępnych odkształceń w 300°C była nawet kilkunastokrotna. Natomiast w obszarze zdominowanym przez odkształcenia sprężyste (małe wartości amplitudy odkształcenia) nastąpiło obniżenie trwałości zmęczeniowej nawet kilkunastokrotne. Badany stop pozbawiony predeformacji pełzaniowej wykazuje wyraźną tendencję do cyklicznego umacniania się.

Następnym krokiem było przedstawienie modelu pozwalającego prognozować trwałość zmęczeniową zarówno materiału wyjściowego jak i materiału z predeformacją pełzaniową. Przeprowadzona analiza wyników doświadczalnych badań zmęczeniowych dla stopu wyjściowego (bez uszkodzeń) pozwoliła na sformułowanie modelu kumulacji uszkodzeń w postaci zbliżonej do propozycji Mansona-Coffina. Założono przy tym liniową hipotezę sumowania uszkodzeń oraz kryterium pęknięcia w postaci: $\omega_{\text{LCF}}=1$. W przypadku stopu z predeformacją w podwyższonej temperaturze zaproponowano aby wypadkową zmienną stanu

uszkodzenia potraktować jako sumę uszkodzenia na skutek pełzania i uszkodzenia w wyniku działania obciążeń niskocyklowych. Rozważono przy tym dwa podejścia, różniące się sposobem doboru parametrów równania. Jednakże weryfikacja dowiodła iż zastosowanie identycznych parametrów dla materiału wyjściowego oraz materiału z predeformacją dało wyniki obarczone znacznym błędem. Dotyczy to w zasadzie wszystkich przypadków wstępnych odkształceń. Stąd też konieczne jest wyznaczanie parametrów proponowanego modelu niezależnie dla każdej historii predeformacji. Możliwe jest też uzależnienie parametrów od czasu działania temperatury, ale wymaga to szerokiego zakresu dodatkowych badań eksperymentalnych.

W ramach kolejnego etapu prac zrealizowano badania eksperymentalne niskocyklowego zmęczenia materiału wyjściowego w temperaturach podwyższonych. Dokonano analizy wpływu podwyższonej temperatury na zachowanie się materiału podczas niskocyklowego zmęczenia. Wyniki w postaci krzywych trwałości zmęczeniowej, krzywych cyklicznego odkształcenia, pętli histerezy oraz obrazów powierzchni przełomów uzyskane w podwyższonej temperaturze porównano z wynikami uzyskanymi w temperaturze pokojowej. Zaobserwowano, że trwałość zmęczeniowa badanego stopu wzrasta w zakresie dominacji odkształceń plastycznych w wyższej temperaturze w stosunku do trwałości w temperaturze pokojowej. W przypadku mniejszych odkształceń plastycznych trwałość zasadniczo pogarsza się. Wspomniana poprawa trwałości związana jest ze zwiększeniem ciągliwości materiału w podwyższonej temperaturze. Odbywa się ona kosztem zmniejszenia jego wytrzymałości. Do opisu prognozowania trwałości zmęczeniowej w podwyższonej temperaturze wykorzystano te same zależności co w przypadku temperatury pokojowej. Okazało się, że wartości parametrów proponowanego modelu wyraźnie zależą od temperatury i od czasu przebywania w tej temperaturze. Przedstawiono więc proste zależności pozwalające na wyznaczenie wspomnianych parametrów w różnej temperaturze.

Dalszy etap prac stanowiły badania eksperymentalne i teoretyczne stopu EN-AW 2024 w złożonym stanie obciążenia. Badania eksperymentalne z wykorzystaniem cienkościennych próbek rurkowych przeprowadzono dla jednoosiowego rozciągania/ściskania, czystego skręcania, oraz proporcjonalnych obciążeń złożonych rozciąganie/ściskanie+skręcanie. W przypadku cyklicznego rozciągania/ściskania uzyskano poprawę trwałości zmęczeniowej w obszarze zdominowanym przez odkształcenia plastyczne w stosunku do materiału wyjściowego. W obszarze gdzie odkształcenia te były znikome nastąpiło pogorszenie trwałości. Zmniejszenie trwałości w obszarze wysokocyklowym i zwiększenie w niskocyklowym następuje ze znaczącym spadkiem amplitudy naprężenia i poprawą cyklicznych właściwości. Badania przeprowadzone na próbkach walcowych pełnych pokazały zbliżone prawidłowości jednak z innym nasileniem. W przypadku materiału bez predeformacji dla dużych odkształceń następuje znaczące umocnienie już w drugim cyklu obciążenia. Wyraźnie zaznacza się tu zmiana odkształcenia plastycznego w kolejnych cyklach obciążenia. Proces umacniania się materiału bez predeformacji zachodzi dużo wolniej przy mniejszych wartościach zmiennej sterującej. W wyniku pełzania w podwyższonej temperaturze nastąpiła znacząca poprawa trwałości zmęczeniowej (przy zadanej amplitudzie odkształcenia) w stosunku do materiału wyjściowego w obszarze dominacji odkształceń plastycznych. W odróżnieniu od obciążeń osiowych poprawie uległa także trwałość w obszarze zdominowanym przez odkształcenia sprężyste.

Wyniki badań wpływu predeformacji pełzaniowej na trwałość zmęczeniową badanego stopu zarówno dla niskocyklowych obciążeń jednoosiowych (rozciąganie/ściskanie oraz czyste skręcanie), jak również proporcjonalnych obciążeń złożonych, realizowanych dla kombinacji rozciągania/ściskania oraz skręcania, pokazują inne zachowanie stopu w przypadku obciążeń

złożonych w porównaniu z jednoosiowymi które wiąże się głównie z wpływem odkształceń postaciowych na właściwości stopu w kierunku osi próbki i odwrotnie. Przy czystym skręcaniu, dla wspomnianej wartości wymuszenia, znaczące odkształcenia plastyczne pojawiają się dopiero w przypadku materiału z predeformacją w 300°C. W pozostałych przypadkach pętle mają kształt pokrywających się odcinków linii prostej (dla obciążenia i odciążenia). Z kolei dla obciążeń złożonych powstają wyraźne pętle zarówno dla stopu wyjściowego, jak i dla stopu z różną predeformacją. Jest to wynikiem wcześniejszego uplastycznienia się materiału w wyniku obciążeń złożonych w porównaniu z czystym skręcaniem. **Warto wspomnieć, że opisany wyżej efekt może być wykorzystywany w różnych procesach technologicznych kształtowania elementów konstrukcyjnych. Przykładem może być proces gięcia rur na zimno** gdzie jednocześnie skręcanie obniża znacznie wartość siły stosowanych w procesie. samym czasie

Wyniki zmęczeniowych badań eksperymentalnych dla czystego skręcania potwierdziły, że o zniszczeniu decydują maksymalne naprężenia styczne oraz odkształcenia postaciowe. Pozwoliło to na sformułowanie modelu kumulacji uszkodzeń, w którym przyrost zmiennej stanu uszkodzenia uzależniono od bieżącej wartości naprężeń stycznych oraz przyrostu plastycznych odkształceń postaciowych. Opracowane zależności pozwalają na prognozowanie wzrostu uszkodzeń oraz trwałości zmęczeniowej materiału bez uwzględnienia uszkodzeń wywołanych pełzaniem. Prezentowany model pozwala określać trwałość stopu w wyniku cyklicznie zmiennych obciążeń skrętnych. Dotyczy to zarówno materiału wyjściowego jak i materiału z różną predeformacją wywołaną pełzaniem. W odróżnieniu od zależności Mansona-Coffina proponowany model pozwala także na określenie stanu uszkodzenia materiału w dowolnym etapie trwałości. Jest to niezwykle istotne zwłaszcza w przypadkach kiedy materiał będzie poddawany po procesie zmęczenia innym rodzajom obciążeń.

Wyniki badań eksperymentalnych oraz modelowania pozwoliły dalej na sformułowanie uogólnionego modelu kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych dla obciążeń dwuosiowych. Założono, że przyrost zmiennej stanu uszkodzenia na płaszczyźnie odniesienia stanowi sumę przyrostów uszkodzeń wywołanych naprężeniami normalnymi oraz stycznymi i zakłada, że uszkodzenia wzrastają tylko w rozciągającej części cyklu zmęczeniowego. W przypadku cyklicznego rozciągania/ściskania można założyć, że płaszczyzna odniesienia jest prostopadła do kierunku obciążenia. W przypadku czystego skręcania jest to płaszczyzna działania maksymalnych naprężeń tnących, a tym samym maksymalnych odkształceń postaciowych. Natomiast dla dowolnych kombinacji rozciągania/ściskania i skręcania orientację płaszczyzny należy wyznaczać w takim położeniu, w którym wyznaczone uszkodzenia są największe.

Przedstawione osiągnięcie naukowe stanowi wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna. W ogólności osiągnięcie to polega na określeniu i opisanu wpływu wstępnych odkształceń pełzaniowych uzyskanych w podwyższonej temperaturze na zachowanie się materiału pod wpływem obciążeń monotonicznych oraz cyklicznie zmiennych w prostych i złożonych stanach obciążenia. Na podstawie wyników badań eksperymentalnych sformułowano model teoretyczny pozwalający na prognozowanie trwałości zmęczeniowej stopu wyjściowego oraz stopu z różną historią wstępnych obciążeń termo-

mechanicznych. Model ten został pozytywnie zweryfikowany dla stopu aluminium EN AW-2024.

Można również wskazać szczegółowe osiągnięcia stanowiące wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna:

1. Określono charakterystyki pełzaniowe stopu EN-AW 2024 w temperaturze 100⁰C, 200⁰C i 300⁰C dla różnych wartości obciążeń wraz z opisem mechanizmów pękania.
2. Opracowano i zweryfikowano eksperymentalnie model wzrostu uszkodzeń w procesie osiowego pełzania do zniszczenia w podwyższonej temperaturze.
3. Wyznaczono podstawowe charakterystyki monotoniczne i zmęczeniowe materiału wyjściowego oraz materiału z różną historią predeformacji pełzaniowej. Określono wpływ tej predeformacji na właściwości monotoniczne i cykliczne stopu EN AW-2024, w prostych i złożonych przypadkach obciążeń niskocyklowych, i wskazano szereg specyficznych zachowań.
4. Zaproponowano model kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych dla materiału wyjściowego oraz materiału z różną historią wstępnych odkształceń termo-mechanicznych. Model został pozytywnie zweryfikowany doświadczalnie dla stopu aluminium EN AW-2024 dla przypadku obciążeń jednoosiowego symetrycznego rozciągania/ściskania oraz skręcania.
5. Ten sam model został z powodzeniem wykorzystany do prognozowania trwałości zmęczeniowej materiału wyjściowego w podwyższonej temperaturze dla obciążeń jednoosiowych rozciąganie/ściskanie.
6. Ustalono, że za pomocą wstępnych odkształceń pełzaniowych można kształtować właściwości monotoniczne oraz cykliczne materiału i elementów konstrukcyjnych w zależności od ich przeznaczenia.

3. Uwagi o dorobku metodologicznym

Recenzowana praca ma charakter naukowo-metodologiczny, zatem Recenzent poszukiwał przede wszystkim dorobku naukowego Autora o tym charakterze.

Jak już to przedstawiono, głównym celem naukowym przedłożonego jednotematycznego cyklu publikacji jest „Opracowanie wpływu predeformacji pełzaniowej w podwyższonej temperaturze na niskocyklową trwałość zmęczeniową stopu aluminium EN-AW 2024 oraz opracowanie, na tej podstawie, modelu wzrostu uszkodzeń w procesie niskocyklowego zmęczenia z uwzględnieniem efektów wcześniejszej predeformacji pełzaniowej”.

Wyniki przeprowadzonych badań eksperymentalnych były podstawą do opracowania modelu obliczeniowego pozwalającego na prognozowanie wzrostu uszkodzeń oraz trwałości zmęczeniowej materiału w prostych i złożonych przypadkach obciążeń. Model ten został pozytywnie zweryfikowany doświadczalnie dla stopu aluminium EN-AW 2024. Dotyczy to zarówno stopu wyjściowego (pozbawionego uszkodzeń) jak i stopu posiadającego uszkodzenia powstałe w wyniku wstępnego pełzania w podwyższonej temperaturze. Dużą zaletą zaproponowanego modelu jest możliwość określenia stanu uszkodzenia materiału w dowolnym momencie życia zmęczeniowego elementu konstrukcyjnego oraz konieczność wyznaczenia jedynie czterech parametrów materiałowych.

Możliwość wymiarowania na etapie projektowania a dalej monitorowanie stanu uszkodzenia elementów konstrukcyjnych poddanych tego rodzaju obciążeniom pozwoli na poprawę bezpieczeństwa eksploatacji całych konstrukcji oraz minimalizację czasu ich wyłączenia z użytkowania podczas ewentualnych przeglądów serwisowych i napraw.

Na wyróżnienie zasługuje zakres cyklu: stanowi on syntezę kolejnych kroków badawczych i obejmuje pełny obszar działań tj. analizę niedoskonałości stanu wiedzy, propozycje nowych modeli, ich weryfikacja w kolejnych krokach badawczych, udoskonalanie modelu a wreszcie propozycja praktycznego algorytmu zweryfikowanego na podstawie wyników badań jako możliwe podejście do zastosowania dla rzeczywistego problemu projektowego.

Metody badawcze stosowane przez Autora i sposób wnioskowania są zgodne z zasadami prowadzenia badań naukowych, a uzyskane rezultaty mają walor użyteczny.

4. Ogólne uwagi krytyczne do cyklu monografii

Prezentowany monotematyczny cykl publikacji, oprócz udziału habilitanta, łącznie obejmuje siedmiu autorów. Pomimo zestawienia procentowego udziału autorstwa Habilitanta w każdej z prac, nie zostało jasno pokazane, jaki jest wkład Habilitanta w realizację całości programu badawczego. Niewątpliwie obecność samodzielnej publikacji podsumowującej przedstawiany program badawczy wyklarowała by tę niejasność.

Pewne zastrzeżenia budzi przyjęte przez Autora czasami zbyt optymistyczne wnioskowanie dotyczące możliwości opracowanej metody oparte na wynikach badań jednego materiału. Autor dość pewnie stwierdza, o rozwiązaniu postawionego problemu badawczego. Tymczasem odczuwa się niedosyt w szacowaniu niepewności uzyskanego wyniku. Innymi słowami wykazano postęp wobec stanu zastanego, jednakże nie jest precyzyjnie określony margines niepewności i pozostałego niedoszacowania w zastosowanych rozwiązaniach dla innych materiałów niż przebadany.

W ramach uwagi szczegółowej należy zgłosić jedno zastrzeżenie, a mianowicie Habilitant w rozdziale 4.4 Autoreferatu (str.6) w trakcie przedstawiania zalet stopu wybranego do badań podaje „Stop ten jest powszechnie wykorzystywany w przemyśle lotniczym do budowy poszyc skrzydeł czy też kadłubów samolotów, ale także w przemyśle motoryzacyjnym czy stoczniowym....”. Tymczasem stop EN AW – 2024, AlCu4Mg1 należy do serii 2000 – stopy miedzi. Stopy te są lepiej znane pod nazwami handlowymi dural, duraluminium lub superdural. Jest to lekki stop o wysokiej wytrzymałości, ale **niskiej odporności na korozję i bardzo trudno spawalny**. Z tych dwóch ostatnich powodów stopów tej serii w przemyśle stoczniowym nie wykorzystuje się na elementy konstrukcyjne. W konstrukcji okrętów wykorzystywane są stopy serii 5000 oraz 7000.

IV. Ocena dorobku Habilitanta

1. Dorobek publikacyjny

Dorobek naukowo-badawczy obejmuje 33 pozycje, w tym 26 po uzyskaniu stopnia doktora. Na te 33 publikacje składa się:

- 3 rozdziały w monografiach (z czego 2 po uzyskaniu stopnia doktora),
- 17 publikacji w punktowanych czasopismach naukowych i naukowo-technicznych (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora), (w tym samodzielnych 0),
- 12 publikacji w czasopismach naukowych spoza listy JCR (z czego 6 po uzyskaniu stopnia doktora), (w tym samodzielnych 4),
- 38 prac opublikowane w materiałach konferencyjnych (30 po doktoracie).

Jak widać znacząca część dorobku powstała po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Sumaryczny IF po uzyskaniu stopnia doktora: 51,122 w tym dla prac wchodzących w skład cyklu monograficznego: 33.52.

Cytowania publikacji : 135 wg WoS, w tym 92 bez autocytowań,
indeks Hirsha (wg WoS, Scopus, GoogleScholar): 8.

2. Udział w projektach badawczych

Pan dr inż. Adam Tomczyk brał udział w szeregu projektów naukowych:

w randze kierownika:

1. Zastosowanie trójwymiarowej fraktografii ilościowej w analizie trwałości zmęczeniowej materiału w warunkach obciążeń złożonych z uwzględnieniem predeformacji pełzaniowej oraz podwyższonej temperatury, projekt badawczy w ramach konkursu NCN: OPUS-27, nr projektu 2024/53/B/ST8/01970, okres realizacji: 2024-2027, projekt w ramach konsorcjum Politechniki Gdańskiej (lider) z Politechnika Białostocką (partner), nakłady: 703 460.00zł, rola w projekcie: kierownik ze strony Politechniki Białostockiej.
2. Badania wpływu modyfikacji biodegradowalnych poliestrów alifatycznych na właściwości przetwórcze i użytkowe nowatorskich kompozycji polimerowych, projekt finansowany ze środków MNiSW w ramach programu Politechniczna Sieć VIA CARPATIA, działanie 7 „ISKRA – budowanie międzyuczelnianych zespołów badawczych” nakłady: 450 000.00zł, czas realizacji: 2023-2025, rola w projekcie: kierownik zespołu z Politechniki Białostockiej.

w randze wykonawcy:

1. Modelowanie zagadnień kumulacji uszkodzeń i pęknięcia w złożonych stanach obciążeń, projekt badawczy w ramach konkursu Komitetu Badań Naukowych, nr projektu 7 T07A 049 21, okres realizacji: 2001-2004,
2. Rozwój uszkodzeń oraz pękanie elementów konstrukcyjnych w złożonych stanach obciążeń, projekt w ramach konkursu Komitetu Badań Naukowych, nr projektu: 7 T07C 006 12, okres realizacji: 1997-1999,

3. Modelowanie kumulacji uszkodzeń i pękania materiałów konstrukcyjnych, w warunkach złożonych obciążeń zmęczeniowych, także z uwzględnieniem predeformacji pełzaniowej oraz podwyższonej temperatury, projekt badawczy w ramach konkursu NCN: OPUS-15, nr projektu 2018/29/B/ST8/00697, okres realizacji: 2019-2023, nakłady: 823 120.00zł,
4. Kompleksowa linia technologiczna do aplikacji i obkurczania etykiet termokurczliwych w nowatorskiej technologii Masterpress SA, projekt badawczy współfinansowany przez NCBiR w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, Działanie 1.1 „Projekty B+R przedsiębiorstw”, Poddziałanie 1.1.1 „Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa”, nr: POIR.01.01.01-00-0341/15, okres realizacji: 2015-2019, wartość projektu: 4 807 304.59zł,
5. Modelowanie zagadnień kumulacji uszkodzeń i pękania w złożonych stanach obciążeń, projekt badawczy, projekt w ramach konkursu Komitetu Badań Naukowych, nr projektu 7 T07A 049 21, okres realizacji: 2001-2004,
6. Transfer Technologii do Przemysłu, projekt badawczy w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki 2007-2013, Priorytet VIII Regionalne kadry gospodarki, Działanie 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałanie 8.2.1 Wsparcie dla współpracy sfery nauki i przedsiębiorstw, finansowany ze środków Unii Europejskiej, nr projektu: POKL.08.02.01-20-103/12-00, okres realizacji 2012-2015,
7. Wpływ właściwości termo-mechanicznych na stateczność i nośność ściskanych cienkościennych profili kompozytowych, projekt finansowany ze środków MNiSW w
8. ramach programu Politechniczna Sieć VIA CARPATIA, działanie 7 „ISKRA – budowanie międzyuczelnianych zespołów badawczych” nakłady: 450 000.00zł, czas realizacji: 2023-2025,
9. Biokompozyt polimerowy PHBV-zużyte fusy kawy jako materiał stosowany w produkcji wyrobów użytkowych, projekt finansowany ze środków MNiSW w ramach
10. programu Politechniczna Sieć VIA CARPATIA, działanie 10 „INNOSPIN – demonstratory dla międzyuczelnianych zespołów badawczych”, nakłady: 100 000.00zł, czas realizacji: 08.05.2023-30.11.2023.

3. Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji

- I, II Sympozjum Mechaniki Zniszczenia Materiałów i Konstrukcji, Augustów, 2001, 2003, (maj, czerwiec), pełniona funkcja: sekretarz Komitetu Organizacyjnego.
- III Sympozjum Mechaniki Zniszczenia Materiałów i Konstrukcji, Augustów, 2005 (maj, czerwiec), pełniona funkcja: sekretarz Komitetu Organizacyjnego.
- 4th, 5th International Symposium on Damage Mechanics of Materials and Structures, Augustów, 2007, 2009 (maj, czerwiec), pełniona funkcja: sekretarz Komitetu Organizacyjnego.
- 6th, 7th, 8th, 9th, 10th International Symposium on Mechanics of Materials and Structures, Augustów, 2011, 2012, 2013, 2015, 2019 (maj, czerwiec), pełniona funkcja: sekretarz Komitetu Organizacyjnego.
- XX Konferencja PNEUMA 2015, Hołny Mejera, 21-25 czerwca 2015, pełniona funkcja: członek Komitetu Organizacyjnego.

4. Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową

- Medal Komisji Edukacji Narodowej za szczególne zasługi dla oświaty i wychowania, legitymacja nr 164446, (19.07.2018),
- Medal Srebrny za Długoletnią Służbę, legitymacja nr 255-2020-102 (07.09.2020),
- nagrody Rektora Politechniki Białostockiej za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną w latach: 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2019, 2023, 2024,
- Medale za współautorski wynalazek: Biokompozyt polimerowy PHBV – zużyte fusy kawy jako materiał stosowany w produkcji wyrobów użytkowych:
 - Złoty Medal w kategorii Zero Waste Technologies na międzynarodowych targach ENNOVATE 2023 EDITION: International Innovation & Invention Show (30-31.05.2023),
 - Złoty Medal w kategorii Eko i Bio w ramach II edycji Tarnowskich Targów Innowacji (06.06.2023),
 - Brązowy medal w XVI Międzynarodowych Targach Wynalazków i Innowacji INTARG 2023 (24-25.05.2023),
- Złoty medal za współautorski wynalazek: „Polymer nanobiocomposite based on poly(3-hydroxybutyric acid), method of production and use” na targach Bangkok International Intellectual Property, Invention, Innovation and Technology Exposition (IPITEx 2025) oraz nagrodę specjalną National Research Council of Thailand

5. Wygłoszenie referatów na konferencjach tematycznych

Ten zbiór obejmuje łącznie 38 referaty na konferencjach krajowych i zagranicznych z czego 8 wystąpień przed uzyskaniem stopnia doktora.

6. Członkostwo w organizacjach i towarzystwach naukowych

- European Structural Integrity Society (ESIS) – członek (od 2018r.).
- Polskie Towarzystwo Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej (PTMTS), Oddział w Białymstoku – członek Zarządu Oddziału (Skarbnik) (od 2008r.).
- Sekcja Mechaniki Eksperymentalnej Komitetu Mechaniki PAN – członek stowarzyszony (od 2020r.).

V. Współpraca z otoczeniem gospodarczym

Pan dr. inż. Adam Tomczyk jest autorem bądź współautorem 5 uzyskanych i dwóch złożonych patentów bądź wzorów użytkowych. Jest to efektem wykonywania zleceń i ekspertyz na zlecenie podmiotów gospodarczych. Habilitant wskazuje 10 umów-zleceń z otoczenia gospodarczego w których brał udział w efekcie których nastąpiło wdrożenie 6 z ich rezultatów.

VI. Dorobek organizacyjny

- Pełnienie funkcji kierownika współpracy między Tarnopolskim Państwowym Uniwersytetem Technicznym (Ukraina) i Politechniką Białostocką, 2005-2007,
- Pełnienie funkcji kierownika współpracy między Łuckim Narodowym Uniwersytetem Technicznym (Ukraina) i Politechniką Białostocką, 2013-2015.
- Pełnienie funkcji opiekuna stażu inż. Fatiha Bozyurta z Süleyman Demirel University (Faculty of Engineering) w okresie 4.10.2021 – 11.02.2022, w ramach programu Erasmus+,
- Członkostwo w Radzie Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej 2008-2012.
- Przewodniczenie zespołowi do dostosowania programów kształcenia na kierunku mechanika i budowa maszyn, 2016-2018,
- Czynny udział w promocji Uczelni dla młodzieży szkół średnich, między innymi: Festiwalu Nauki i Sztuki, Dni Wydziału Mechanicznego, cyklicznych Halowych Zwodach Modeli Latających połączonych z konkursem plastycznym Samolot Moich Marzeń współorganizowanych przez Urząd Miejski w Białymstoku, Młodzieżowy Dom Kultury w Białymstoku oraz Aeroklub Podlaski.
- Pełnienie roli promotora pomocniczego we przewodzie doktorskim mgr inż. Wojciecha Grodzkiego pt.: „Badania doświadczalne i modelowanie numeryczne pękania próbek z karbami w prostym oraz złożonym stanie obciążenia, także w obniżonej temperaturze” realizowanym w Politechnice Białostockiej. Planowany termin zakończenia przewodu: 2026r.

VII. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych,

W okresie 01.12.2022–31.12.2022 Habilitant odbył staż naukowy na Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechniki Gdańskiej. W trakcie stażu realizował wspólne badania dotyczące prognozowania trwałości zmęczeniowej stopu aluminium EN AW-2024, a w szczególności przeprowadzono szczegółowe badania powierzchni przelomów próbek zmęczeniowych przy wykorzystaniu profilometru.

VIII. Dorobek dydaktyczny

W swoim dorobku dydaktycznym Habilitant wykazuje między innymi:

- prowadzenie zajęć dydaktycznych na kierunkach mechanika i budowa maszyn, mechatronika, automatyka i robotyka, edukacja techniczno-informatyczna, technika rolnicza i leśna, inżynieria Biomedyczna, inżynieria materiałowa i wytwarzania. Prowadziłem zajęcia (wykłady, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia laboratoryjne) z następujących przedmiotów na różnych kierunkach studiów, a w tym: wytrzymałość materiałów, wytrzymałość materiałów i konstrukcji, mechanika ogólna, mechanika techniczna, mechanika uszkodzeń i pękania, metody doświadczalne mechaniki, geometria wykreślna, grafika inżynierska, metody numeryczne czy też technologia informatyczna,
- pełnienie funkcji Koordynatora szeregu przedmiotów na różnych kierunkach studiów. W chwili obecnej pełni tę rolę dla przedmiotu mechanika techniczna I na kierunku mechanika i budowa maszyn oraz przedmiotu wytrzymałość materiałów na kierunku mechatronika.

- Opracowywanie programów kształcenia między innymi z takich przedmiotów jak wytrzymałość materiałów, mechanika ogólna, mechanika pękania i uszkodzeń, metody doświadczalne w mechanice.
- Prowadzenie zajęć laboratoryjnych na studiach doktoranckich w ramach przedmiotu „Mechanika pękania i uszkodzeń”.
- Uczestnictwo w tworzeniu bazy dydaktycznej – między innymi „Laboratorium Wytrzymałości Materiałów” a również „Laboratorium Mechaniki Materiałów”.
- Wypromowanie 32 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich głównie na kierunku mechanika i budowa maszyn. Praca pt.: „*Koncepcja aerogeneratora jako jednego z elementów hybrydowego zasilania małych gospodarstw domowych*” uzyskała I wyróżnienie w organizowanym w 2012 roku, przez firmę POLBUD SA, ogólnopolskim Konkursie na najlepszą pracę dyplomową z dziedziny Małych Elektrowni Wiatrowych”.
- Udział w wymianie dydaktycznej w okresie 23.09.2018 – 29.09.2018 w Pamukkale University (Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering) w ramach program Erasmus+ prowadzenie zajęć ze studentami z przedmiotu „Fatigue of Materials”.
- Prowadzenie zajęć z przedmiotu „Strength of Materials” ze studentami zagranicznymi na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej.

IX. Wniosek końcowy i jego uzasadnienie

1. Ocena monografii

Końcowa ocena proponowanego cyklu monograficznego jest pozytywna, a jakość recenzowanego cyklu monograficznego świadczy o wystarczającym warsztacie naukowym Kandydata do samodzielnego prowadzenia i opiniowania prac naukowych.

2. Ocena dorobku naukowego i publikacyjnego Kandydata

Dorobek naukowo-badawczy obejmuje 33 pozycje, w tym 26 po uzyskaniu stopnia doktora.. Sumaryczny IF po uzyskaniu stopnia doktora: 51,122 w tym dla prac wchodzących w skład cyklu monograficznego: 33.52.

Cytowania publikacji : 135 wg WoS, w tym 92 bez autocytowań, indeks Hirsha (wg WoS, Scopus, Google Scholar): 8.

Pomimo małej liczby publikacji samodzielnych, stosunkowo wysoki indeks cytowań dla tak wąsko specjalizowanych zagadnień naukowych pozwala **dorobek ten ocenić pozytywnie.**

3. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego Kandydata

Poza prowadzeniem zajęć dydaktycznych i promotorstwem prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich, działalność Habilitanta w zakresie dydaktyki obejmowała również udział w przygotowaniu programów zajęć dydaktycznych i aktywnym promowaniu Uczelni macierzystej. Dość znaczący jest również natomiast dorobek organizacyjny i aktywność w pozyskiwaniu funduszy grantowych szkoda że tylko krajowych, jak również współpraca z ośrodkami przemysłowymi. Zatem **dorobek dydaktyczny i organizacyjny należy ocenić pozytywnie.**

4. Wniosek końcowy

Zgodnie z art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r., poz. 574 ze zm.; zwanej dalej ustawą) stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, Art. 219. 1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) *posiada stopień doktora;*
- 2) *posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:*
 - a) *1 monografię naukową lub*
 - b) *1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanyymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub*
 - c) *1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;*
- 3) *wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.*

Na podstawie oceny osiągnięć wykazanych w dostarczonych materiałach w przewodzie habilitacyjnym dr inż. Adama Tomczyka dokonanej w oparciu o wskazaną wyżej Ustawę, stwierdzam co następuje:

1. osiągnięcia naukowe oraz inne jego dokonania, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, w szczególności przedłożony cykl monograficzny, wskazują na znaczny wkład autora w rozwój dyscypliny naukowej "inżynieria mechaniczna"
2. habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową,
3. habilitant wykazuje się znaczącą aktywnością organizacyjną i dydaktyczną,

Cykl monograficzny i pozostała część dorobku odpowiadają więc wymaganiom określonym w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”, dla ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Z całym przekonaniem wnoszę o dopuszczenie do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

