

Lublin 05.08.2024 r.

Prof. dr hab. inż. Tomasz Sadowski, dr h.c.
Profesor zwyczajny
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska w Lublinie

RECENZJA

**osiągnięć dr inż. Anety Justyny Ustrzyckiej,
ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego,
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych,
w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna”**

Recenzja została opracowana na podstawie umowy o dzieło nr/24 dołączonej do pisma z dnia 8 kwietnia 2024 podpisanego przez prof. dr hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN oraz Uchwały Nr RN.0001.3.20024.UH.5 Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN z dnia 28 marca 2024r. w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna”

1. Ogólna charakterystyka Kandydata

Dr inż. **Aneta Justyna Ustrzycka** w 2010 roku uzyskała tytuł mgr fizyki na Uniwersytecie Warszawskim, Wydziale Fizyki, Instytucie Geofizyki na podstawie pracy pt. „Próba interpretacji chmur rodzaju Stratus na sodarogramie”.

W 2012 roku uzyskała stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie „mechanika” w wyniku obrony rozprawy doktorskiej pt. „Optymalne kształtowanie elementów konstrukcyjnych z uwagi na czas zniszczenia mieszanego w warunkach pełzania ”. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Krzysztof Suwalski, profesor PK. Rada Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej zdecydowała o przyznaniu wyróżnienia pracy doktorskiej.

W latach 2009 do 2012 Habilitantka odbywała studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej. Od 2012 do 2016 pracowała jako adiunkt w Instytucie Mechaniki Stosowanej na Politechnice Krakowskiej, a od 2016 r. jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. **Aneta Justyna Ustrzycka** przedłożyła jako swoje osiągnięcie naukowe cykl powiązanych tematycznie ze sobą publikacji naukowych [A1-A5] opublikowanych w czasopismach naukowych w latach 2016-2022. Wymieniony cykl prac został zatytułowany: *„Wieloskalowe modelowanie konstytutywne wpływu promieniowania na właściwości mechaniczne materiałów sprężysto-plastycznych”*. Jedną z wymienionych publikacji przedłożonego cyklu jest pracą autorską, a pozostałe 4 to prace współautorskie, przy czym w dokumentacji wniosku w formie opisowej scharakteryzowano zakres udziału Habilitantki w opracowaniu publikacji, a udział współautorów został potwierdzony ich oświadczeniami.

Oceniany cykl powiązanych tematycznie prac naukowych obejmuje następujące publikacje:

1. [A1] Skoczeń B., **Ustrzycka A.**, Kinetics of evolution of radiation induced micro-damage in ductile materials subjected to time-dependent stresses” **International Journal of Plasticity**, Vol.80, pp.86-110, **2016**. IF=6.490, *MNiSW: 45. Liczba cytowań wg: Scopus – 12, Web of Science – 12.
2. [A2] **Ustrzycka A.**, Mróz Z., Kowalewski Z.L., Kucharski S., Analysis of fatigue crack initiation in cyclic microplasticity regime, **International Journal of Fatigue** Vol.131, pp.105342-1-15, **2020**. IF=4.369, *MNiSW: 140. Liczba cytowań wg: Scopus – 12, Web of Science – 11.
3. [A3] **Ustrzycka A.**, Skoczeń B., Nowak M., Kurpaska Ł., Wyszowska E., Jagielski J., „Elastic-plastic-damage model of nano-indentation of the ion-irradiated 6061 aluminium alloy”, **International Journal of Damage**

Mechanics, Vol.29, pp.1-35, 2020 *IF=3.125, *MNiSW: 100 Liczba cytowań wg: Scopus – 7, Web of Science - 8.

4. [A4] **Ustrzycka A.** "Physical mechanisms based constitutive model of creep in irradiated and unirradiated metals at cryogenic temperatures", Journal of Nuclear Materials, Vol.548, pp.152851-1-15, 2021, *IF=2.936, *MNiSW: 100, Liczba cytowań wg: Scopus – 2, Web of Science – 2.
5. [A5] Nowak M., Mulewska K., Azarov A., Kurpaska Ł., **Ustrzycka A.**, „A peridynamic elasto-plastic damage model for ion-irradiated materials”, International Journal of Mechanical Sciences, Vol.22, pp. 00686-5, 2022, *IF= 6.772, *MNiSW: 140, Liczba cytowań wg: Scopus – 3, Web of Science – 3.

Przedstawione artykuły z udziałem Kandydatki, których wyniki zostały opisane w prezentowanym cyklu publikacji, obejmują zagadnienia naukowe analizy właściwości mechanicznych materiałów poddanych napromieniowaniu strumieniowi wysokoenergetycznych cząstek. Głównym celem naukowym jest zbudowanie opartego na mechanizmach fizycznych wielkoskalowego modelu konstytutywnego wpływu promieniowania na właściwości mechaniczne metali. Zagadnienie to wynika z potrzeb przemysłu elektronicznego, kosmicznego oraz jądrowego. Szczególnie istotne jest to w energetyce jądrowej i wiąże się z zagwarantowaniem bezpieczeństwa i długiego okresu eksploatacji istniejących elektrowni. Stąd przewidywanie ewolucji rozwoju uszkodzeń i właściwości materiałów pod wpływem napromieniowania stanowi podstawowe zagadnienie konieczne do uwzględnienia w procesie projektowania i eksploatacji elektrowni jądrowych.

Zbudowanie wielkoskalowego modelu zmian właściwości mechanicznych materiałów poddanych napromieniowaniu strumieniowi wysokoenergetycznych cząstek zrealizowane zostało:

- *w części doświadczalnej* do sklasyfikowania i analizy rodzajów defektów radiacyjnych powstających w materiale na poziomie nanoskali i mikroskali. W skali nano- omówiono zarodkowanie defektów punktowych: wakansów, atomów międzywęzłowych, klastrów pustek i pętli dyslokacyjnych. Przeanalizowano kinetykę zmian mikrostruktury na poziomie atomowym uwzględniając tworzenie się i ewolucję kaskad zderzeń, par Frenkela, migracji defektów w strukturach krystalicznych. W

wyniku reakcji neutronów z jądrami metali, powstają jądra helu, które gromadzą się między atomami struktury krystalicznej tworząc tzw. bąble helowe. Identyfikację defektów radiacyjnych oraz porowatości radiacyjnej w napromieniowanym materiale umożliwiają obserwacje transmisyjnym mikroskopem elektronowym (TEM). Są to klastry pustek, klastry atomów międzywęzłowych, które przyjmują postać kulistych nanodefektów rozłożonych w materiale w sposób jednorodny (izotropowy). Obserwuje się ruch dyslokacji pod wpływem obciążeń mechanicznych, dla których nanoparametryczne defekty stają się barierami do swobodnego ruchu. Powstałe uszkodzenia radiacyjne i porowatość radiacyjna przyczyniają się do znaczącej degradacji właściwości fizycznych i mechanicznych napromieniowanych materiałów np. wzrostu granicy plastyczności, redukcji zakresu plastycznego, wzrostu kruchości, twardości pęcznienia objętościowego.

- w części numerycznej zaproponowano do opisu degradacji materiału parametr uszkodzenia odniesiony do poziomu defektów punktowych, które uległy przemieszczeniu z ich początkowego położenia w wyniku napromieniowania materiału. W skali atomowej do opisu: migracji klastrów atomów międzywęzłowych, ewolucji pętli dyslokacyjnych i ich interakcje z defektami w postaci pustek i pęcherzy gazu przeanalizowano stosując symulacje Dynamiki Molekularnej. Natomiast modelowanie wieloskalowe przeprowadzono w ramach Kontynualnej Mechaniki Uszkodzenia (KMU). Do opisu ewolucji porowatości radiacyjnej zastosowano model Rice'a & Tracey'a lub model Gursona. Sformułowano również nowe związki konstytutywne w oparciu o teorię peridynamiki, gdzie zachowanie się plastyczne napromieniowanych materiałów może być analizowane zaczynając od skali nano lub mikro.

W zakresie wymienionej tematyki Autorka postawiła sobie kilka ambitnych zadań, które wnoszą oryginalny wkład do dyscypliny naukowej „inżynieria mechaniczna” w zakresie modelowania materiałów sprężysto-plastycznych poddanych napromieniowaniu wysokoenergetycznymi cząstkami. Dotyczą one:

- 1) opisu wpływu promieniowania na właściwości termo-mechaniczne materiałów sprężysto-plastycznych, z uwzględnieniem kinetyki ewolucji uszkodzeń wywołanych promieniowaniem i znajdujących się pod wpływem

obciążeń mechanicznych. Zaproponowano addytywną dekompozycję parametru uszkodzeń na komponenty: radiacyjny i mechaniczny [A1].

2) wprowadzenia matematycznej zależności pomiędzy miarą uszkodzeń radiacyjnych określonych przez fizykę a tensorowym opisem uszkodzeń w zakresie KMU [A1, A3].

3) wprowadzenia modelu Gursona–Tvergaarda–Needlemana do analizy zachowania plastycznego napromieniowanych materiałów [A1, A3].

4) zastosowania symulacji MD do analiz na poziomie atomowym identyfikujące mechanizmy fizyczne wpływające na zmiany właściwości mechanicznych napromieniowanych materiałów [A1, A5].

6) opracowania metodologii badań eksperymentalnych materiałów napromieniowanych umożliwiających identyfikację defektów radiacyjnych poprzez zastosowanie: (1) transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM), (2) systemu EPSI (Electronic Speckle Pattern Interferometry) umożliwiającego monitorowanie rozwoju deformacji na wczesnym etapie rozwoju uszkodzenia, (3) zastosowania metody indentacji do określenia lokalnych zmian właściwości mechanicznych materiału na jego powierzchni [A3, A5].

7) zbudowania peridynamicznego modelu konstytutywnego wraz z ewolucją uszkodzeń indukowanych promieniowaniem z uwzględnieniem mechanizmów fizycznych występujących w procesie plastycznego płynięcia. Zdefiniowanie radiacyjnej porowatości jako nowej zmiennej uszkodzenia w teorii peridynamiki. Zaproponowanie nowej zależności matematycznej między miarą uszkodzenia radiacyjnego (dpa) a parametrem porowatości peridynamicznej. Zdefiniowanie umocnienia radiacyjnego opartego na mechanizmach fizycznych [A5].

8) zbudowania fizycznego modelu konstytutywnego pełzania materiałów napromieniowanych w temperaturach kriogenicznych przy wykorzystaniu koncepcji mechanizmu tunelowania kwantowo-mechanicznego. Zaproponowano kinetyczne prawo ruchu segmentu dyslokacji pod wpływem przyłożonego naprężenia, wykorzystując mechanizm interakcji dyslokacji z radiacyjnymi defektami punktowymi oraz mechanizm rozwoju linii dyslokacji nad barierami Peierlsa [A4].

W kontekście wymienionej tematyki wskazano, że ocena zachowania się materiałów napromieniowanych cząstkami wysokoenergetycznymi jest jednym z ważnych aspektów oceny wytrzymałości i trwałości nowoczesnych materiałów kompozytowych jak i elementów konstrukcyjnych z nich wykonanych przeznaczonych do budowy reaktorów jądrowych. Konieczne jest przeprowadzenie szerokich badań w różnych warunkach obciążeń mechanicznych w stanach jednoosiowych i wieloosiowych z uwzględnieniem zmęczenia materiału. Bardzo istotnym zagadnieniem jest uwzględnienie w analizie wpływu temperatur poczynając od poziomu kriogenicznego.

Głównym celem przedstawionego cyklu prac jest *sformułowanie modelu konstytutywnego dla materiałów sprężysto-plastycznych poddanych działaniu napromieniowania cząstkami wysokoenergetycznymi w celu oceny wpływu tego promieniowania na wybrane właściwości mechaniczne*. Stanowiło to główną motywację prac naukowych zrealizowanych z udziałem Habilitantki. Wyniki te zostały opisane w cyklu prac przedstawionych jako osiągnięcie naukowe, a także innych załączonych pracach wykonywanych z Jej udziałem. Tak sformułowany przedmiot badań oraz wyniki zaprezentowane w wymienionych pracach należy uznać za ważny i aktualny w kontekście rozwoju metod badawczych związanych z modelowaniem nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych, a ponadto należy zauważyć użyteczność opracowanej metodyki wyników badań i zaproponowanych modeli opisu w zastosowaniach praktycznych.

Zatem należy uznać, że przedłożony cykl publikacji zatytułowany: *„Wieloskalowe modelowanie konstytutywne wpływu promieniowania na właściwości mechaniczne materiałów sprężysto-plastycznych”* odpowiednio definiuje obszar zagadnień naukowych, gdzie można określić Jej osiągnięcia badawcze, ważne w kontekście wymagań w przedmiocie wniosku o nadanie Kandydatowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna”.

Habilitantka w „Autoreferacie” w sposób właściwy opisała zastosowaną metodykę badań, zagadnienia literaturowe powiązane z podjętą tematyką badawczą i przedstawiła podstawowe wyniki wykonywanych z Jej udziałem badań obejmujących sformułowanie nowych modeli konstytutywnych dla materiałów napromieniowanych oraz oryginalnych badań doświadczalnych, co zostało zaprezentowane w przedstawionym do oceny cyklu prac, jako osiągnięcia

naukowego. Kandydatka także określiła swój indywidualny udział w realizacji prezentowanych badań, przy czym zgodność oświadczeń załączonych przez Habilitantkę została potwierdzona podpisami współautorów. W związku z takim szczegółowym opisem w niniejszej recenzji pominięto dokładny opis zawartości wymienionych publikacji. W dalszej części recenzji podkreślono najważniejsze osiągnięcia Kandydatki.

Analizując zawartość poszczególnych publikacji przedłożonego cyklu prac można zauważyć istotne osiągnięcia Habilitantki w zakresie rozwoju dyscypliny naukowej: inżynieria mechaniczna w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w ramach której wyznaczono zakres oceny przedłożonego wniosku w postępowaniu habilitacyjnym.

Na podstawie analizy problemów naukowych prezentowanych w ocenianym cyklu publikacji należy stwierdzić, że Kandydatka, działając głównie w zespołach badawczych, w tym z Jej dominującym udziałem, uzyskała szereg oryginalnych i wartościowych wyników w modelowaniu teoretycznym materiałów napromieniowanych wysokoenergetycznymi cząstkami, jak i wykazała efekty praktycznych zastosowań. Wykonane badania stanowiły podstawę do zaproponowania efektywnej metodyki badawczej w zakresie modelowania materiałów z ewolucją uszkodzeń radiacyjnych oraz poddanych obciążeniom mechanicznym powyżej granicy plastyczności. Przeanalizowano zagadnienie prognozowania trwałości napromieniowanych elementów w ramach KMU. Nowe modele konstytutywne poddano weryfikacji doświadczalnej w odniesieniu do wybranych materiałów w autorskiej metodologii zaproponowanej przez Kandydatkę.

Podsumowując powyższe, jako najważniejsze osiągnięcie Habilitantki można wymienić wieloskalowe modelowanie zachowania się materiałów napromieniowanych w ramach podejścia peridynamicznego. Jego główne cechy to:

- **Możliwość analizy defektów radiacyjnych w skali nano lub mikro.**
- **Opis uszkodzenia radiacyjnego w postaci losowo rozmieszczonych w materiale kulistych skupisk przestrzeni powstałych w wyniku oddziaływań cząstek wysokoenergetycznych z atomami sieci uzyskano poprzez wprowadzenie radiacyjnego parametru porowatości.**

- Porowatość peridynamiczna definiowana jest jako stosunek objętości defektów powstałych w objętości cząstek peridynamicznych. Porowatość zdefiniowana w ramach teorii peridynamiki można przeliczyć zgodnie z podaną formułą matematyczną na parametr uszkodzenia w ramach Kontynualnej Mechaniki Uszkodzeń.
- Ewolucja porowatości indukowanej promieniowaniem jest napędzana przez prędkość plastycznego odkształcenia objętościowego w połączeniu z powierzchnią plastyczności typu GTN. Ewolucja porowatości perydynamicznej to postępujący proces fizyczny, który prowadzi do wzrostu pustych przestrzeni w objętości cząstek peridynamicznych.
- Kryterium zniszczenia jest sformułowane w oparciu o krytyczne wartości parametru porowatości. Ewolucja porowatości prowadzi do osłabienia wiązań. W konsekwencji wzrost porowatości prowadzi do akumulacji i lokalnej koncentracji sił wewnętrznych w sąsiedztwie uszkodzonej objętości.
- Do opisu zachowania się plastycznego materiału przyjęto kryterium Gursona-Tvergaarda-Needlemana (GTN) sformułowane dla porowatego ciała stałego. Model GTN zapewnia sprzężenie parametru porowatości radiacyjnej z funkcją plastyczności.
- Sformułowano relacje konstytutywne dla umocnienia radiacyjnego oparte na dylatacyjnej części energii odkształcenia sprężystego.

Warto zaznaczyć, że osiągnięcia te zostały zrealizowane przy zaangażowaniu Kandydatki jako głównego wykonawcy formułującego tematykę, realizatora badań, oraz autora redagowanych prac opisujących uzyskane wyniki.

W podsumowaniu trzeba uznać opisane osiągnięcia naukowe jako oryginalny i istotny wkład Kandydata w rozwój dyscypliny naukowej „inżynieria mechaniczna” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

3. Istotna aktywność naukowa

Całościowy dorobek publikacyjny dr inż. **Anety Justyny Ustrzyckiej** obejmuje 18 artykułów. W tym po uzyskaniu stopnia doktora – 14 publikacji naukowych, 14 artykułów w czasopismach z bazy JCR. Ponadto Kandydat jest autorem 1 artykułu w czasopiśmie zagranicznym i 3 artykułów w czasopismach krajowych oraz 6 rozdziałów w monografiach. Sumaryczny IF dla wszystkich publikacji wynosi 42,603.

Indeks Hirsha według bazy WoS 7 (95 cytowań, 73 bez autocytowań), bazy SCOPUS 7 (135 cytowań, 108 bez autocytowań).

Łączna liczba punktów MEiN zgodnie z rokiem publikacji wynosi 995. Po uzyskaniu stopnia doktora była współautorem 6 referatów opublikowanych w materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie WoS. Habilitantka opublikowała 6 rozdziałów w monografiach naukowych.

Kandydatka wygłosiła 2 referaty na zaproszenie na konferencjach międzynarodowych oraz wygłosiła 14 referatów na konferencjach zagranicznych.

Habilitantka był recenzentem łącznie 31 prac naukowych po uzyskaniu stopnia doktora w tak uznanych czasopismach, jak: International Journal of Plasticity, Journal of Nuclear Materials, Mechanics of Materials, Journal of Pressure Vessels and Piping Materials i innych.

Habilitantka uczestniczyła w realizacji wielu projektów badawczych finansowanych ze środków Narodowego Centrum Nauki (3 projekty, kierownik – 1, wykonawca – 2). Kandydatka wykazała udział jako wykonawca w 1 projekcie europejskim w ramach FP7 pt. High Intensity Neutrino Oscillations Facility in Europe, EURON Registration number: 212372 EU FP 7. Czas realizacji grantu 01-09-2008 – 31-08-2012.

Dr inż. **Aneta Justyna Ustrzycka** po uzyskaniu stopnia doktora odbyła 3 zagraniczne staże naukowe. W 2014 roku 2 tygodniowy staż naukowy w CERN (Europejska Organizacja badań Jądrowych) w Szwajcarii finansowany w ramach The European Organization for Nuclear Research. Natomiast w 2013 realizowała 3 tygodniowy i 2 tygodniowy staż w tym samym ośrodku.

Kandydatka wykazuje bardzo intensywną współpracę naukową z innymi ośrodkami naukowymi o zasięgu międzynarodowym jak: CERN w Szwajcarii, gdzie wyniki badań naukowych opublikowano w postaci 4 artykułów i raportów. Ponadto wykazuje współpracę z University of Oslo w ramach kierowanego przez Habilitantkę projektu Sonata Bis 10 (NCN). Wspólny artykuł [A5] został opublikowany w International Journal of Mechanical Sciences.

Podsumowując opisane w tym punkcie wskaźniki w zakresie działalności publikacyjnej, informacje o Jego uczestnictwie w realizacji projektów badawczych oraz współpracy z jednostkami naukowymi, w tym zagranicznymi należy uznać, że istotna aktywność naukowa dr inż. Anety Justyny Ustrzyckiej spełnia w wystarczającym stopniu wymogi ustawowe w odniesieniu do osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie; „inżynieria mechaniczna” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

4. Inna działalność naukowa, dydaktyczna, zawodowa, organizacyjna oraz współpraca międzynarodowa.

Habilitantka podejmowała także inne działania we współpracy z następującymi krajowymi jednostkami naukowymi:

- Politechniką Krakowską – gdzie po uzyskaniu doktoratu pracowała na stanowisku adiunkta w Instytucie Mechaniki Stosowanej. Podjęła tam pracę nad materiałami napromieniowanymi w ramach europejskiego projektu EURON. Tematyka ta była kontynuowana w ramach projektu NCN OPUS 6. Wyniki tej współpracy zostały opublikowane w artykułach A1 i A3.
- Narodowym Centrum Badań Jądrowych, Otwock – Świerk – w ramach projektu NOMATEN Centre of Excellence. Wyniki tej współpracy zostały opublikowane w 2 artykułach.
- Narodowym Centrum Badań Jądrowych, Otwock – Świerk - w zakresie identyfikacji właściwości mikromechanicznych warstw napromieniowanych jonami z zastosowaniem wgłębnika kulistego i Berkovicha.

- Politechniką Warszawską – w zakresie badań metodą skaningowej transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM) dotyczących identyfikacji defektów radiacyjnych jak skupiska pustek, pęcherzyki helu, pętle dyslokacyjne oraz dyslokacje. Wyniki tych prac zostały zredagowane w postaci publikacji.

W zakresie działalności dydaktycznej, od momentu uzyskania stopnia doktora Kandydatka pracowała przez 4 lata jako adiunkt w Instytucie Mechaniki Stosowanej Politechniki Krakowskiej. Prowadziła tam zajęcia ze studentami z następujących przedmiotów:

- ✓ Wytrzymałość materiałów,
- ✓ Analiza Wytrzymałości Konstrukcji,
- ✓ Engineering mathematics (w języku angielskim)
- ✓ Quantum mechanics and fundamentals of accelerator design (w języku angielskim),
- ✓ Biofizyka.

W zakresie działalności organizacyjnej pełniła funkcję w sekretariacie konferencji ICEM-2022 19th International Conference on Experimental Mechanics 17-21.07.2022, Kraków, Poland.

Kandydatka pełni również funkcję promotora pomocniczego od 02.2023 w projekcie Sonata Bis 10.

W podsumowaniu stwierdzam, że łączny dorobek dr inż. Anety Justyny Ustrzyckiej w zakresie innej aktywności obejmującej dydaktykę, działalność zawodową, organizacyjną, współpracę z jednostkami naukowymi i gospodarczymi krajowymi i zagranicznymi wypełnia w wystarczającym stopniu wymagania stawiane osobom wnioskującym o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy otrzymanej do oceny dokumentacji i przedstawionej w punktach 2, 3, 4 mojej oceny, dotyczącej kolejno: osiągnięcia naukowego

(cyklu powiązanych tematycznie pięciu prac opublikowanych w czasopismach naukowych lub materiałach konferencyjnych indeksowanych w WoS, istotnej aktywności naukowej oraz w zakresie innej działalności naukowej, dydaktycznej, zawodowej, organizacyjnej oraz współpracy międzynarodowej dr inż. Anety Justyny Ustrzyckiej stwierdzam, że oceniony w przedstawionej recenzji dorobek habilitanta osiągnięty po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych dowodzi Jego znacznego wkładu do rozwoju dyscypliny naukowej; „inżynieria mechaniczna” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

Stwierdzam także, że dr inż. Aneta Justyna Ustrzycka spełnia w wystarczającym stopniu wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2023 r., poz. 742 ze zm.).

Popieram jednoznacznie wniosek o nadanie dr inż. Anecie Justynie Ustrzyckiej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscypliny naukowej; „inżynieria mechaniczna”.

Tomasz Sadowski