

Warszawa, 17 września 2026

prof. dr hab. inż. Roman Szewczyk
Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk
ul. Newelska 6; 01-447 Warszawa
email: roman.szewczyk@ibspan.waw.pl, tel. 609 46 47 41

Recenzja pracy doktorskiej pt.:

„Analiza synergii efektów mechano-magnetokalorycznych w stopach Ni-Mn-In oraz opracowanie koncepcji ich zastosowania w układach chłodniczych”

Autor: mgr inż. Kacper Surma

Promotor: dr hab. inż. Daniel Lewandowski

Promotor pomocniczy: dr inż. Rafał Mech

przewodzonej na Wydziale Mechanicznym, w Katedrze Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej Politechniki Wrocławskiej

1. Wstęp

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Kacpra Surmy została wykonana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej, Pana prof. dr hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego z dnia 14 lipca 2026 roku (pismo W10/RDND07/138/52026).

2. Ogólna charakterystyka rozprawy, ocena tematu i celu pracy

Przedstawiona praca doktorska została zrealizowana na Wydziale Mechanicznym, w Katedrze Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej Politechniki Wrocławskiej. Tematyka i zakres rozprawy doktorskiej mają charakter interdyscyplinarny, jednak w centralnym aspekcie badawczym jednoznacznie wpisują się w obszar dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna. Zagadnienia oddziaływań mechanicznych są kluczowym elementem rozprawy doktorskiej, w szczególności w odniesieniu do badanego w pracy efektu elastokalorycznego i potencjału do praktycznego wykorzystania tego efektu w konstrukcji urządzeń chłodniczych.

Cel pracy zdefiniowany jest poprzez jej tezę wskazaną jawnie w rozdziale 3: Oddziaływanie połączonych mechanicznych i magnetycznych pól w stopach z rodziny Ni-Mn-In umożliwi uzyskanie efektów multikalorycznych, które będą konkurencyjne w stosunku do efektów

monokalorycznych, co pozwoli na opracowanie nowych koncepcji pracy multikalorycznych maszyn cieplnych.

Z celem pracy wiążą się kluczowe zadania przewidziane do realizacji w ramach pracy: projekt i budowa układu wytwarzania materiałów kalorycznych (stopów Heuslera) o masie kilkudziesięciu gramów, projekt i budowa stanowiska pomiarowego oraz przeprowadzenie badań właściwości magnetokalorycznych, elastokalorycznych i multikalorycznych wytworzonych stopów, budowa i badania demonstratora pompy ciepła, jak również opracowanie koncepcji cyklu pracy i konstrukcji pompy ciepła wykorzystującej efekty multikaloryczne.

Temat pracy należy uznać za aktualny i ważny, zarówno z punktu widzenia badań podstawowych, jak i badań stosowanych i prac rozwojowych. Ponadto stwierdzam, że ze względu na ostrą konkurencję w obszarze badań stopów Heuslera, zakres pracy doktorskiej jest ambitny, a jej wyniki należy traktować jako nowatorskie i konkurencyjne w skali globalnej.

Należy podkreślić, że tematyka stopów magnetokalorycznych, elastokalorycznych i multikalorycznych jest aktualnie intensywnie rozwijana zarówno przez ośrodki krajowe (np. Sieć Badawczą Łukasiewicz – Instytut Metali Nieżelaznych), jak i przez wiodące ośrodki zagraniczne, takie jak Technische Universität Dresden, The University of Portsmouth, National Physical Laboratory (Wielka Brytania) czy University of Tokyo. Są one także przedmiotem zainteresowania koncernów przemysłowych oraz przedmiotem prac rozwojowych w zakresie specjalnych urządzeń chłodniczych, między innymi na potrzeby centrów przetwarzania danych (firma Magnoric z Francji). Wobec powyższego stwierdzam, że tematyka rozprawy dotyczy zagadnienia ważnego dla nauk inżyniersko-technicznych oraz niewątpliwie aktualnego.

3. Merytoryczna ocena pracy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska obejmuje sześć rozdziałów merytorycznych.

W rozdziale drugim Doktorant dokonał analizy literatury i omówił podstawowe pojęcia z zakresu zjawisk kalorycznych, cykli termodynamicznych, cykli multikalorycznych oraz materiałów kalorycznych. Jednak biorąc pod uwagę istotny, aplikacyjny aspekt pracy, uprzejmie proszę, aby Doktorant w trakcie obrony omówił także stan wiedzy w zakresie praktycznych aspektów wykorzystania materiałów kalorycznych.

W rozdziale czwartym rozprawy omówiono opracowany przez Doktoranta system do wytwarzania stopów z rodziny Ni-Mn-In. Opracowanie to ma charakter interdyscyplinarny i wskazuje na szeroką wiedzę, zaangażowanie oraz dojrzałość inżynierską i naukową Doktoranta. Opracowany system jest osiągnięciem oryginalnym i unikatowym. Zakres zrealizowanych prac przy konstrukcji systemu znacznie wykracza poza typowy zakres projektu pracy doktorskiej. Jednak uprzejmie proszę, aby Doktorant w trakcie obrony wyjaśnił, dlaczego w konstrukcji nagrzewnicy indukcyjnej zastosowano pentody GU-81, a nie np. tranzystory MOSFET SiC, co umożliwiłoby ograniczenie wysokiego napięcia zasilania. Niezależnie od

tego pytania należy podkreślić, że w konstrukcji Doktorant zastosował starannie dobrane zabezpieczenia, zarówno przeciwpożarowe, jak i przeciwporażeniowe.

W rozdziale piątym Doktorant omówił proces wytwarzania próbek materiałów kalorycznych. Proces ten opisano w sposób szczegółowy i staranny, umożliwiający odtworzenie procesu. Rozdział ten potwierdza szeroką, interdyscyplinarną wiedzę Doktoranta, obejmującą zarówno technologię wytwarzania, jak i wiedzę z zakresu inżynierii chemicznej i materiałowej.

W rozdziale szóstym omówiono zestaw stanowisk pomiarowych opracowanych przez Doktoranta na potrzeby realizacji badań w ramach pracy. Należy podkreślić, że zakres opracowanych rozwiązań znacząco wykracza poza oczekiwania typowe dla pracy doktorskiej w zakresie inżynierii mechanicznej. Zakres podjętych prac wskazuje na dużą determinację oraz interdyscyplinarną wiedzę Doktoranta. W zakresie opracowanych rozwiązań pytania budzi zastosowanie układu wzmacniacza operacyjnego OP07, który jak na pierwszy stopień układu pomiarowego jest konstrukcją dość archaiczną i może być zastąpiony wzmacniaczami o lepszych parametrach, zastosowanie układu transimpedancyjnego do pomiaru sygnału z cewki pomiarowej (typowo stosowany jest bufor wykorzystujący wtórnik) oraz zastosowanie systemu akwizycji danych TC-08 o częstotliwości próbkowania 10 Hz. Uprzejmie proszę, aby Doktorant w trakcie obrony przedstawił uzasadnienia przyjętych rozwiązań. Uprzejmie proszę także, aby Doktorant w trakcie obrony przedstawił oszacowanie niepewności pomiaru opracowanych stanowisk pomiarowych i wyjaśnił, jak niepewność pomiaru wpływała na możliwość interpretacji uzyskanych wyników pomiarowych.

W rozdziale siódmym przedstawiono wyniki badania charakterystyk mechano-magneto-kalorycznych w odniesieniu do stopów wytworzonych przez Doktoranta. Wyniki badań są szerokie i szczegółowe. Na podkreślenie zasługują starannie zaplanowany program badań oraz rzetelność przeprowadzenia analizy wyników. Równocześnie, w rozprawie doktorskiej przywołana jest tylko jedna, współautorska publikacja Doktoranta (publikacja w roku 2025, 3 cytowania). Z tego względu rekomenduję rozważenie znacznie szerszej publikacji wartościowego materiału pomiarowego, w szczególności z udostępnieniem oryginalnych wyników pomiarowych w repozytorium elektronicznym.

W rozdziale ósmym Doktorant przedstawił demonstrator układu chłodziarki magnetokalorycznej oraz koncepcję demonstratora chłodziarki multikalorycznej. O ile sama konstrukcja (i koncepcja konstrukcji) nie budzą wątpliwości i świadczą o szerokiej wiedzy i doskonałym warsztacie Doktoranta umożliwiającym realizację prac badawczo-rozwojowych, w rozdziale zabrakło porównania uzyskanych wyników (lub spodziewanych do uzyskania w przypadku koncepcji demonstratora układu multikalorycznego) z danymi literaturowymi lub z parametrami urządzeń wdrażanych przemysłowo. Uprzejmie proszę, aby Doktorant przedstawił takie porównanie w trakcie obrony.

W pracy przedstawiono podsumowanie oraz wskazano kierunki dalszych prac.

Należy podkreślić, że przedstawione w recenzji uwagi mają charakter uzupełniający. Nie zmieniają one mojej wysokiej oceny wartości naukowej i potencjału aplikacyjnego przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej.

4. Ocena redakcyjnej strony rozprawy

Rozprawa doktorska została przygotowana w sposób zgodny z dobrymi praktykami edycyjnymi, a jej struktura jest poprawna i typowa dla prac w obszarze nauk inżynieryjno-technicznych. Jednak Doktorant nie ustrzegł się uchybień językowych i redakcyjnych, które zapewne wynikają z pośpiechu oraz koncentracji na merytorycznych aspektach badań naukowych. Uchybienia te nie obniżają jakości naukowej pracy, lecz utrudniają jej lekturę. W szczególności:

- Równania 2.29 i 2.37 są ewidentnie błędne.
- Rozdział 4 zawiera wyłącznie podrozdział 4.1, co nie ma uzasadnienia redakcyjnego.
- Rysunek 5.2 nie jest adekwatny do rangi rozprawy doktorskiej i wnosi niewiele informacji o charakterze naukowym.
- Na rysunkach 7.15. i 7.16 nie udało się uzyskać prawidłowego opisu osi ani opisów.
- Rysunki 8.1 i 8.2 mają opisy osi w języku angielskim.

Pomimo wskazanych powyżej, drobnych uchybień edycyjnych, należy podkreślić, że Doktorant w sposób ścisły operuje w pracy definicjami, terminologią naukową oraz specjalizowanym nazewnictwem fachowym. Jest to bardzo ważne w odniesieniu do prac w dziedzinie nauk technicznych i potwierdza dojrzałość Doktoranta.

5. Wniosek końcowy

Podsumowując szczegółową część opinii o rozprawie Pana mgr. inż. Kacpra Surmy stwierdzam, że:

- Zagadnienie naukowe podjęte przez Doktoranta mieści się w obszarze Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna, jest aktualne, ma duże znaczenie aplikacyjne oraz zostało sformułowane w sposób jasny.
- Cele przedstawione w pracy zostały przez Doktoranta osiągnięte, a teza pracy została potwierdzona. Realizacja założonych celów pracy doktorskiej stanowi niewątpliwie oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna.
- Realizując pracę Doktorant wykazał się zaawansowaną wiedzą o charakterze interdyscyplinarnym i specjalistycznym. Rozprawa doktorska potwierdza także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta.
- Wyniki prac opisanych w rozprawie doktorskiej poszerzają stan wiedzy w zakresie synergii efektów mechano-magnetokalorycznych.
- Wyniki przedstawione w rozprawie doktorskiej zostały opublikowane w czasopiśmie Applied Thermal Engineering, które jest prestiżowym czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, znaczącym współczynniku wpływu ($IF = 7.5$) i wysokiej punktacji na liście Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (140 pkt.). Publikacja została trzykrotnie zacytowana w literaturze światowej. Potwierdza to w sposób niezależny wysoką jakość naukową publikacji związanej z rozprawą doktorską.

Stwierdzam, iż rozprawa Pana mgr. inż. Kacpra Surmy spełnia warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w artykule 187 ust. 1 i ust. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz.U. z 2024 r. poz.1571) i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

