

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Marcina Polaka pt. " Uwodornione  
związki międzymetaliczne typu  $\text{La}(\text{Fe}, \text{Si})_{13}$  – sposób otrzymywania,  
właściwości i zastosowanie"**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Polaka pt. „Uwodornione związki międzymetaliczne typu  $\text{La}(\text{Fe}, \text{Si})_{13}$  – sposób otrzymywania, właściwości i zastosowanie” wydrukowana została w roku 2018 w Pracach Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Większość wyników przedstawionych w rozprawie została opublikowana w czasopiśmie recenzowanych. Na całość dorobku naukowego mgr inż. Marcina Polaka składa się ponad 20 publikacji cytowanych ponad 100 razy. Dla pełnego obrazu trzeba dodać, że promotorem rozprawy jest prof. dr hab. Aleksandra Kolano-Burian, znana m.in. ze swoich prac dotyczących zjawiska magnetokalorycznego w materiałach uporządkowanych magnetycznie. W tej sytuacji nie może dziwić, że przedstawiono do recenzji bardzo dobrą, wyróżniającą się, rozprawę doktorską.

Przekonanie o dużej wartości pracy doktorskiej mgr inż. Marcina Polaka potwierdziła szczegółowa lektura rozprawy. Cel rozprawy doktorskiej mgr inż. Marcina Polaka został precyzyjnie zdefiniowany w rozdziale 2 „Motywacja i cel pracy”. Cel ten definiuje również udanie sformułowany tytuł rozprawy; dotyczy on opracowania sposobu wytwarzania związków międzymetalicznych typu  $\text{La}(\text{Fe}, \text{Si})_{13}$  z dodatkiem wodoru kształtującego strukturę i właściwości magnetyczne pod kątem wykorzystania w procesie schładzania magnetycznego. Cel ten uzupełniony został o interesujące cele szczegółowe:

- Zbadanie właściwości układu w pobliżu punktu trójkrytycznego;
- Zbadanie zjawisk metamagnetycznych w pochodnych związków  $\text{La}(\text{Fe}, \text{Si})_{13}$ ;
- Poszukiwanie efektów lawinowych.

Zainteresowanie takimi układami stymulowane jest z jednej strony ich atrakcyjnością poznawczą a z drugiej strony - możliwościami ich praktycznego wykorzystania w

chłodziarkach magnetycznych. Widoczne tu sprzężenie fizyki ciała stałego z zastosowaniami technicznymi jest typowe dla nowoczesnych badań materiałowych i jest motorem postępu w tej dziedzinie. Cały dotychczasowy dorobek naukowy mgr inż. Marcina Polaka oparty jest na takim właśnie interdyscyplinarnym sprzężeniu. Początkowo dotyczył on badań i zastosowań materiałów magnetycznie miękkich. Gdy odkrycie nanomateriałów zakończyło atrakcyjność poznawczą tej grupy materiałów mgr inż. Marcin Polak podjął badania równie atrakcyjnych poznawczo materiałów dla chłodzenia magnetycznego.

Stwierdzam z zadowoleniem, że wszystkie wymienione powyżej cele rozprawy doktorskiej zostały w pełni zrealizowane. Dla ich realizacji mgr inż. Marcin Polak opanował i po mistrzowsku wykorzystał cały szereg metod eksperymentalnych i technologicznych. Najważniejsze z nich to:

- topienie łukowe
- topienie indukcyjne
- uwodornianie proszków związków międzymetalicznych
- mikroanaliza rentgenowska
- dyfrakcja rentgenowska
- pomiary mikrostruktury
- analiza składu chemicznego
- bezpośrednia metoda pomiaru efektu magnetokalorycznego
- pośrednia metoda pomiaru efektu magnetokalorycznego
- pomiary histerezy magnetycznej i termicznej
- pomiary strat magnetycznych

Fakt twórczego wykorzystania przez mgr inż. Marcina Polaka powyższych metod badawczych bardzo dobrze świadczy o jego przygotowaniu do pracy naukowej. Do najważniejszych osiągnięć recenzowanej rozprawy zaliczam udowodnienie, że wprowadzenie do związków międzymetalicznych typu  $\text{La}(\text{Fe},\text{Si})_{13}$  wodoru stosując opracowaną w rozprawie nowatorską metodę hydrogenizacji umożliwia podwyższenie ich temperatury Curie oraz uzyskanie dobrych parametrów magnetokalorycznych. Inny ważny wynik wykraczający poza cele założone w rozprawie dotyczy opracowania 2. metod określania punktów trójkrytycznych. Na tle tego osiągnięcia nieco paradoksalnie wygląda udowodnienie, że metoda optymalizacji parametrów magnetokalorycznych poprzez poszukiwania punktu trójkrytycznego nie ma, wbrew intuicji, charakteru uniwersalnego. Do najważniejszych wyników przedstawionych w rozprawie zaliczam również określenie wpływu efektów

metamagnetycznych na zjawisko magnetokaloryczne w proszkach związków międzymetalicznych typu  $\text{La}(\text{Fe},\text{Si})_{13}$ .

Rozprawa doktorska napisana jest bardzo dobrze a wyniki w niej przedstawione są należycie udokumentowane. Zawiera ona obszerny materiał doświadczalny, którego nie sposób w całości omówić. W rozprawie nie znalazłem właściwie słabych punktów (oprócz drobnych błędów redakcyjnych). Jedyne z obowiązku recenzenta wymienię poniżej zagadnienie warte przedyskutowania a pominięte w rozprawie. Badane układy są układami niejednorodnymi magnetycznie. Dla takich układów kryterium Banerjee i krzywe Bielova-Arrotta posiadają pewne cechy odróżniające je od układów jednorodnych (patrz N.G.Bebenin et al., JMMM 354, (2014) 76). Uważam, że fakt ten można było uwzględnić w dyskusji wyników.

Uwaga powyższa należy do kategorii uwag ukierunkowanych na uczynienie z pracy bardzo dobrej pracy jeszcze lepszej. Nie ulega bowiem wątpliwości i starałem się to wykazać w recenzji, że przedstawiona praca zawiera ważne i oryginalne wyniki. Uważam więc, że recenzowana rozprawa spełnia wszystkie warunki stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Marcina Polaka do kolejnych etapów przewodu doktorskiego. Biorąc jednocześnie pod uwagę wysoki poziom merytoryczny rozprawy wnoszę o jej wyróżnienie.

H Symda