

Częstochowa, 2022-08-22

dr hab. Marcin Nabiałek, prof. Politechniki Częstochowskiej  
Politechnika Częstochowska  
Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów  
Katedra Fizyki

## Recenzja

### **rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Adriana Gabrysia pt. "Spiekane biomateriały na bazie magnezu z dodatkiem metali szlachetnych".**

(podstawa opracowania: pismo RDIMa.RMT.512.9.2022 Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa z dnia 21 czerwca 2022 r.)

#### **Wybór tematu pracy na tle stanu badań**

Implantologia to bardzo intensywnie rozwijający się dział medycyny. Nasze społeczeństwo staje się coraz starsze i oczywistym jest fakt, że rośnie ilość operacji wczepiania implantów. Z czasem skomplikowane operacje mogą stać się prostym zabiegiem, jak to stało się w przypadku implantów stomatologicznych czy okulistycznych. Często implantologia staje się jedynym wyjściem z trudnej sytuacji zdrowotnej, daje możliwość poprawy swojego wyglądu czy wpływa na poprawę komfortu życia codziennego. Powszechnie stosowanymi implantami od wielu lat są implanty wykonywane ze stali austenitycznej, kobaltu, tytanu, złota i srebra. Jednak z czasem zauważono, że konieczne jest uzyskanie implantu, który po spełnieniu swojej funkcji samoistnie podda się "nieinwazyjnemu recyklingowi". Badacze w wielu jednostkach naukowych zaczęli pracować nad implantami opartymi na stopach magnezu. Dlatego też poszukiwanie metod produkcji tego rodzaju stopów na implanty oraz kontrola procesu ich rozkładu w organizmie ludzkim stała się kluczowa.

Stwierdzam, że tematyka recenzowanej pracy doktorskiej jest bardzo interesująca i mieści się w nurtach światowych badań. Dysertacja ma charakter pracy naukowej i przedstawione są w niej wyniki badań uzyskane dla materiałów wytworzonych

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 15.09.2022  
RDIMa|RMT|70151|2022  
nr ..... zał. ....

zgodnie z parametrami opisanymi we wniosku patentowym, którego współautorem jest Pan mgr inż. A. Gabryś.

Nadmienię, że recenzowana praca doktorska liczy 155 stron i zawiera: 84 rysunki/zdjęcia oraz 45 tabel (autor wykazał mniejszą ilość tabel).

### **Spis literaturowy przedmiotu**

Spis literaturowy pracy doktorskiej mgra inż. Adriana Gabryśa liczy **156 pozycji**. Literatura przedmiotu jest dobrana prawidłowo, co oznacza, że zamieszczone w spisie odnośniki będą prowadziły do publikacji dotyczących tematu pracy. W spisie literatury na pozycji 130 znajduje się odnośnik do zgłoszenia patentowego w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej, którego współautorem jest mgr inż. Adrian Gabryś. Takie osiągnięcie należy wyróżnić. Otrzymałem do wglądu ocenę stanu techniki odnośnie zgłoszonego wniosku patentowego. Wniosek otrzymał same noty A, co wskazuje że patent zostanie przyznany. Nazwisko autora rozprawy doktorskiej pojawia się jeszcze w spisie literatury dwukrotnie. Niestety doktorant nie jest autorem czy współautorem w żadnej opublikowanej pracy naukowej. Jednak aktywne uczestnictwo w dwóch konferencjach naukowych, na których prezentowane były wyniki pracy doktoranta w postaci referatów jest odpowiednią jego rekomendacją. Wiele zamieszczonych w spisie literaturowym cytowanych prac jest autorstwa pracowników Politechniki Śląskiej, co świadczy o dużym zainteresowaniu tej jednostki naukowej badaniami nad nowoczesnymi materiałami do zastosowania w implantologii.

### **Cele i tezy pracy**

Postawiony w rozprawie doktorskiej cel jest precyzyjny. Doktorant przede wszystkim skupił się na opracowaniu nowych parametrów hybrydowej metody wytwarzania materiałów na podstawie magnezu z dużym potencjałem do zastosowania w medycynie jako implanty. Podana formuła składu chemicznego  $Mg_{66-x}Zn_{30}Ca_4NM_x$  (gdzie NM – metal szlachetny: Au, Ag;  $x = 1, 2$  w % at.) sugeruje, że badano 4 stopy. Dodatkowo za

celowe uznano zbadanie struktury i właściwości spiekanych dwuetapowo stopów.

Teza pracy zakłada, że najważniejsze jest odpowiednie dobranie parametrów wytwarzania oraz składu chemicznego stopów na podstawie magnezu. Założono, że otrzymane stopy będą miały lepsze właściwości mechaniczne oraz fizykochemiczne niż komercyjnie wytwarzane w procesie odlewania oraz obróbki plastycznej.

Moim zdaniem cel pracy oraz teza spisane są dobrze i mają pełne odzwierciedlenie w zamieszczonych w treści wynikach oraz ich dyskusji.

### **Ocena przeprowadzonych badań**

Dla mnie jako osoby reprezentującej środowisko inżynierii materiałowej wielkim sukcesem jest połączenie znanych metod mechanicznej syntezy (MA – mechanical alloying) i iskrowego spiekania plazmowego proszków (SPS – spark plasma sintering) do wytworzenia nowatorskich stopów na osnowie magnezu do zastosowania w implantologii. Celem inżyniera materiałowego jest przecież opracowywanie nowych materiałów oraz projektowanie parametrów dających możliwość uzyskania coraz to lepszych ich właściwości. Uważam, że doktorant osiągnął ten cel, co uznaję za jego największe osiągnięcie.

Doktorant przeprowadził szereg badań przy wykorzystaniu nowoczesnych technik badawczych. Strukturę stopów badano przy użyciu dyfrakcji rentgenowskiej oraz skaningowej mikroskopii elektronowej. Wykonano badania składu chemicznego techniką EDS. Wyznaczono gęstość oraz porowatość dla otrzymanych materiałów. Przeprowadzono badania odporności na korozję. Tak dobrane badania są odpowiednie dla materiałów do zastosowania na implanty. Oczywiście zakres badań mógłby być znacznie większy ale myślę, że takie badania zostaną przeprowadzone w przyszłości przez doktoranta albo jego promotora.

### Uwagi dotyczące edycji pracy

Otrzymana do recenzji praca pod względem edycyjnym jest przygotowana dobrze. Występują w niej mało istotne i nieliczne błędy edytorskie w postaci "literówek" czy błędów w spacjach przy jednostkach itp. Pracę czyta się dobrze. Autor stosował czytelny system tabel, rysunków i wzorów. Nie podoba mi się jednak brak wstawiania kursywy dla symboli i liczb. Spis rysunków i tabel uważam za zbyteczny. Zwrot fizyko-chemiczne w odniesieniu do właściwości to przymiotnik fizykochemiczne. Bibliografia jest dla mnie mało czytelna i obarczona jest licznymi błędami w zapisie, co utrudnia odszukanie poszczególnej pozycji literaturowej w oryginale.

### Uwagi do dyskusji

1. Dlaczego próbka oznaczona Au<sub>3</sub> została wybrana jako próbka referencyjna? Jako próbka referencyjna powinna występować próbka MgZnCa. Proszę wyjaśnić mechanizm wyboru próbki wzorcowej.
2. Dla tego typu materiałów bardzo interesujące i wiele wyjaśniające są badania jakie wykonuje się przy użyciu tomografii komputerowej? Wykorzystując rekonstrukcje obrazów można dokładnie poznać budowę wykonanych próbek. Dokładnie można określić ilość i wielkość porów oraz obszary o zmiennej gęstości. Dlaczego nie wykonano takich badań?
3. Dyfraktogramy rentgenowskie przy tym sposobie wskaźnikowania są dość trudne do analizy. Uważam, że lepiej by było dodać wskaźniki na wszystkich dyfraktogramach lub poprowadzić pionowe linie wyznaczające fazy. Na niektórych dyfraktogramach jest duża ilość nieopisanych maksimumów dyfrakcyjnych, np.: rys. 6.4. Dlaczego długotrwałe mielenie prowadzi do "osiągania stanu bliskiego stanowi amorficznemu" i co to za stan? W tekście pojawia się określenie "Po 70 h mielenia, materiał osiąga stan zbliżony do w pełni amorficznego", nie znam takiego stanu.
4. Czy porowatość może mieć związek z uzyskanymi wynikami mikrotwardości?

5. Autor pisze w pracy o procesie spawania w procesie mechanicznej syntezy. Czy to jest termin poprawny? Proszę opisać proces spawania i odnieść się do wytworzonych materiałów w procesie mielenia.
6. Czy stalowe kule były ważone przed i po procesie mielenia?
7. Co oznacza stwierdzenie nasycenie mikrotwardości?

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Recenzowana praca doktorska autorstwa mgr inż. Adriana Gabrysia, pt. "Spiekane biomateriały na bazie magnezu z dodatkiem metali szlachetnych", przygotowana jest na odpowiednim poziomie naukowym. Dlatego też stwierdzam, że:

- cel pracy został osiągnięty,
- teza pracy została zweryfikowana,
- tematyka pracy jest aktualna,
- w pracy występują elementy nowości naukowej,
- doktorant posiada odpowiednią wiedzę z zakresu tematyki pracy.

Praca doktorska napisana jest poprawnym językiem. Stanowi ona źródło wiedzy z zakresu nowej metody wytwarzania materiałów na osnowie magnezu do zastosowania w implantologii. Nieliczne i mało istotne błędy edytorskie nie mają wpływu na pozytywną ocenę tej dysertacji.

W wyniku przeprowadzonej recenzji rozprawy doktorskiej stwierdzam, że **spełnia ona warunki określone Ustawą "o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki"**, które są zgodne z art.13, w związku z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 Dz.U. z 2018 poz.1669. Dlatego też wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej w Gliwicach o **dopuszczenie** Pana mgr inż. Adriana Gabrysia do publicznej obrony jego pracy doktorskiej.

Częstochowa 22.08.2022r.

