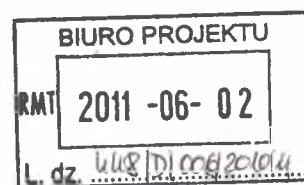




RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Piotra SAKIEWICZA pt. „Identyfikacja efektu temperatury minimalnej plastyczności w stopie CuNi25” – podstawa opracowania recenzji: pismo Dziekana Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej nr RMTO-376/D/006/09/10 z dnia 4 kwietnia 2011 r.

Opiniowana rozprawa doktorska mgr. inż. Piotra Sakiewicza pt. „*Identyfikacja efektu temperatury minimalnej plastyczności w stopie CuNi25*” stanowi obszerne opracowanie charakteryzacji zagadnień uściślonych w jej tytule. Dotyczy makroskopowo obserwowanego zjawiska zmniejszenia plastyczności wielu polikrystalicznych jednofazowych stopów metali w funkcji temperatury. Tematyka należy do konwencjonalnych zagadnień metaloznawczych o wieloletniej tradycji badawczej. Pomimo dużej liczby prac badawczych nie opracowano jednak dotychczas jednego kompleksowego modelu uwzględniającego podstawowe czynniki fizyczne procesu odkształcania plastycznego determinujące przebieg tego zjawiska (struktura, mikrostruktura, temperatura, stan naprężeń i odkształcenia i inne). Ogólnie można przyjąć, że wyjaśnienia przyczyn zmniejszenia plastyczności poszukuje się przede wszystkim w skali mikroskopowej – segregacja pierwiastków stopowych i zmiana ich stężenia w mikroobjętości roztworu stałego także przez wydzielenia cząstek drugiej fazy oraz wzrost ziarn prowadzący do zmiany zarówno mechanizmów odkształcania plastycznego jak i dróg dyfuzji aktywowanej cieplnie (podwyższenie temperatury



odkształcania). Zjawisko zmniejszenia plastyczności stopów metali stanowi przeszkodę w prawidłowym realizowaniu procesów przeróbki plastycznej na gorąco. Stąd tematyka rozprawy skupiająca się na wieloczynnikowej analizie określenia skutków minimalnej plastyczności materiałów na przykładzie stopu miedzi *CuNi25* ma znaczenie zarówno podstawowe – rozszerzenie wiedzy – jak i aplikacyjne – technologia przeróbki plastycznej na gorąco. Uwzględnienie tej tematyki w rozprawie doktorskiej uważam za trafne i uzasadnione. Wyniki uzyskane podczas realizacji badań doświadczalnych mogą w przyszłości stanowić podstawę także do modyfikowania procesów technologicznych związanych z produkcją wyrobów ze stopów miedzi.

Rozprawa doktorska pt. „Identyfikacja efektu temperatury minimalnej plastyczności w stopie *CuNi25*” składa się z pięciu rozdziałów, wykazu literatury i załącznika. Po wprowadzeniu i zapoznaniu z problematyką pracy (rozd. 1) przedstawiono w przeglądzie piśmiennictwa (rozd. 2) charakteryzację zagadnień będących jej tematyką. W rozdziale tym omówiono ogólną charakterystykę efektu temperatury minimalnej plastyczności – czynników struktury i mikrostruktury oraz parametrów odkształcania plastycznego – także składu chemicznego odkształcanych materiałów i środowiska.

Przeprowadzono analizę roli czynników i przyczyn występowania zjawiska zmniejszenia plastyczności wielu stopów metali i mechanizmu fizycznego procesu odkształcania plastycznego oraz opracowane i stosowane dotychczas hipotezy lokalizacji i niejednorodnego przebiegu odkształcania plastycznego. W kolejnym podrozdziale przeglądu piśmiennictwa Doktorant dokonał doboru jego treści koncentrując się na przyjęciu założeń do sformułowania tezy rozprawy. Przeprowadził klasyfikację czynników struktury i mikrostruktury – niejednorodności – oddziałujących na proces niejednorodnego odkształcania plastycznego w zakresie temperatury $(0.3-0.7)T_H$.

Autor w tak sformułowanej tezie pracy odwołuje się do dotychczasowych znanych hipotez badawczych – *zmniejszenie plastyczności stopu NiCu25 jest spowodowane lokalizacją i niejednorodnością odkształcania plastycznego w jego mikroobjętościach determinowanych czynnikami strukturalnymi i warunkami procesu odkształcania plastycznego na gorąco*. Tak sformułowana teza pracy jest uzasadniona w świetle danych omówionych w przeglądzie literatury. Jej udowodnienie i ewentualne wdrożenie uzyskanych wyników może przynieść wymierne efekty technologiczne i ekonomiczne.

W podsumowaniu stwierdzam, że część monograficzna rozprawy stanowi zwartą i logiczną prezentację danych literaturowych dotyczących zjawisk mających

znaczenie dla zmniejszenia plastyczności wielu polikrystalicznych stopów metali. Przegląd zagadnień, które są zasadniczym tematem rozprawy wykonano starannie w oparciu o prawie cały zasób literatury cytowanej. Niekonwencjonalny, ale skomplikowany, przyjęty sposób cytowania utrudnia jednak czytelnikowi analizę treści tej części rozprawy. Mimo tego utrudnienia opis stanu zagadnienia jest logiczny i spójny, świadczący o dużej wiedzy Doktoranta w tej tematyce. Niektóre myśli i poglądy, także sformułowania i przyjęta terminologia zaprezentowane przez Autora budzą w mojej opinii wątpliwości. Przyjmuję jednak, że w niektórych przypadkach Doktorant w uprawniony sposób sięgnął do poglądów dość powszechnie obecnych w dostępnej literaturze, bądź przyjętych w danym ośrodku naukowym. Trudno czynić z tego zarzut Autorowi rozprawy, z uwagą jednak, że nie zaprezentował odważnie własnych poglądów, których podstawy stanowi analiza omawianych zagadnień w szeroko cytowanej literaturze przedmiotu. Zaprezentowany przegląd literatury stanowi tło dla całej rozprawy i jest początkiem wyjścia do własnych dociekań i rozwiązań. Pozwala na wyznaczenie punktów odniesienia stanowiących silne uzasadnienie dla sformułowanego celu i tezy pracy.

W rozdziale 3. *Badania własne* – Doktorant przedstawił kryteria doboru materiału do badań oraz stosowane metody badawcze. W ramach badań własnych Doktorant wykonał:

- przeróbkę plastyczną i obróbkę cieplną stopu *CuNi25* dla opracowanych warunków tych procesów,
- obserwacje mikrostruktury za pomocą mikroskopu świetlnego i mikroskopów elektronowych – transmisyjnego i skaningowego,
- badania fraktograficzne,
- mikroanalizę składu fazowego – ilościową i jakościową,
- badania właściwości mechanicznych – próba statyczna rozciągania w temperaturze pokojowej i podwyższonej do 600°C,
- pomiary twardości,
- model fizyczny i symulację procesu odkształcenia plastycznego w zależności od przyjętej wartości objętości względnej „miejsc twardych i miękkich”.

Rozdział ten zawiera także wyniki przeprowadzonych badań własnych. Podano charakterystykę mikrostruktury stopu *CuNi25* w stanie lanym, po przeróbce plastycznej i obróbce cieplnej, także po odkształcaniu plastycznym – próba statyczna rozciągania. Dokonano oceny uzyskanych przelomów w próbie rozciągania oraz ustalono zmiany w wartości stężenia pierwiastków w mikroobjętościach badanego stopu.

W rozdziale 4. *Dyskusja wyników badań* – Doktorant dokonał analizy uzyskanych wyników badań własnych. Oceniał wpływ morfologii składników fazowych mikrostruktury w procesie odkształcania plastycznego w zakresie wartości temperatury prowadzącej do zmniejszenia plastyczności stopu *CuNi25*. Przeprowadził klasyfikację czynników stanowiących kryteria oceny niejednorodności odkształcania plastycznego i dokonał jakościowej analizy stopnia ich oddziaływania na zmniejszenie plastyczności stopu *CuNi25*. Wyniki badań właściwości mechanicznych – próba statyczna rozciągania – stanowią podstawę do weryfikacji opracowanego modelu fizycznego i numerycznego procesu odkształcania plastycznego z lokalizacją odkształcania.

W rozdziale 5. *Wnioski* – Autor zawarł wnioski sformułowane na podstawie prowadzonej analizy uzyskanych wyników badań.

Analiza treści tej części rozprawy pozwala stwierdzić, że Doktorant opanował dobrze metodykę badania materiałów. Sposób ich prowadzenia oraz przedstawiona analiza wyników badań potwierdza dobre zrozumienie przez Doktoranta zagadnień związanych z tematyką rozprawy. Wykonano planowane w szerokim zakresie badania – w niektórych przypadkach w nadmiarze. Generalnie uznaję, że Autor prawidłowo i na dobrym poziomie prowadzi dyskusję wyników i dokonuje właściwej ich oceny, mając nieustannie na uwadze udowodnienie przyjętej tezy. Dokonuje tego z takim wysiłkiem, że w niektórych fragmentach analizy nie uwzględni lub czyni to w stopniu minimalnym oddziaływania innych czynników mających niewątpliwą wpływ na efekt obniżenia plastyczności i wartość temperatury, w której występuje. Zwróć uwagę na próbę statyczną rozciągania i oddziaływanie temperatury próby, także stosowanej prędkości odkształcania – czasu próby – w procesach aktywowanych cieplnie, które występują w badanym stopie *CuNi25*. Stąd pytanie o głębsze wyjaśnienie ich roli, co więcej, dlaczego zjawienie dynamiczne zostało zaliczone do mechanizmów odkształcania (str. 23) i jednocześnie – w jaki sposób określono prędkość odkształcania w tworzącej się „szyjce”, czy rozważana jest tylko prędkość przesuwu trawersy maszyny wytrzymałościowej.

W tekście Autor stosuje niekiedy określenia – terminologię z dużą swobodą. Stąd moje pytanie: czym są dla Autora „zjawiska, mechanizmy, procesy”? Struktura i mikrostruktura nie są synonimami w metaloznawstwie, a na pewno w nauce o materiałach i fizyce metali. Podobnie – dyfrakcja i dyfraktogram. Żałuję, że w podpisie rysunków – mikrostruktury – nie wyszczególniono jej cech charakterystycznych. Pomiar jest twardości, ale urządzenie to mikrotwardościomierz. Nieprawidłowo określono wynik pomiaru twardości – obciążenie? Poślizg w większości omawianych przypadków jest wzdłuż granic ziarn, ziarna mają kształt

kulisty – sferoidalny – sfera jest powierzchnią. Na Rysunku 217 nie ma „Zakresu obniżonej plastyczności”, a na Rys. 175 nie ma „Analizy topografii...” Nie wymagania maszyn wytrzymałościowych decydują o wymiarach próbek, ale wymagania dotyczące próby statycznej rozciągania ujęte w PN-EN lub innych. Obserwuję w tekście nadużywanie terminu – określenia – wielkość ziarna, a podawana jest wartość średniej średnicy ziarn w μm , także stosunek a jest proporcja, iloraz i in. Wnioski sformułowane na podstawie prowadzonej analizy wyników badawczych mają w większości charakter podsumowania.

W podsumowaniu mojej recenzji, we wniosku końcowym stwierdzam, że rozprawę doktorską mgr. inż. Piotra Sakiewicza oceniam pozytywnie zarówno ze względu na aktualność tematyki badawczej, jak i sposób jej realizacji. Wysoko oceniam konsekwencję naukową, zakres przeprowadzonych badań oraz opracowanie wyników i sformułowanie wniosków. W mojej ocenie rozprawa doktorska mgr. inż. Piotra Sakiewicza spełnia w pełni wymagania stawiane naukowej pracy kwalifikowanej do tego stopnia i wnioskuję do Rady Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej o dopuszczenie do jej publicznej obrony.

