

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Marka Łagody pt. „Analiza zjawiska
umocnienia odkształceniowego niskotemperaturowo wyciskanego
tytanu”
opracowana na zlecenie Rady Wydziału Metali Nieżelaznych AGH

1. Uwagi ogólne

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska dotyczy intensywnego odkształcania tytanu Ti Grade 2 przy zastosowaniu wyciskania metodą KOBO. Metoda ta została opracowana na Wydziale Metali Nieżelaznych przez Panów Profesorów Andrzeja Korbla oraz Włodzimierza Bochniaka. Do tej pory udało się zastosować tą metodę do odkształcenia wielu metali i stopów metali, nawet trudnoodkształcalnych, uzyskując bardzo ciekawe wyniki badań. Praca składa się z 11 rozdziałów przedstawionych na 97 stronach, analiza literaturowa stanu zagadnienia stanowi większą część pracy i zawarta jest na 50 stronach, z kolei część pracy opisująca wyniki badań własnych wraz z tezą pracy oraz metodologią badawczą, to zaledwie 37 stron maszynopisu. Znaczną część analizy stanu zagadnienia stanowi prezentacja dotychczasowych wyników badań dotyczących metody KOBO. Rozprawa zawiera 105 pozycji literaturowych, 102 rysunki oraz 4 tabele. W pracy nie wyodrębniono streszczenia, brak jest również krytycznego podsumowania pracy, Autor bezpośrednio po opisie wyników sformułował wnioski.

Analizę stanu zagadnienia Autor pracy zawarł w 10 rozdziałach. Wiele zagadnień omawianych w tej części pracy przedstawionych jest bardzo ogólnie, a nawet pobieżnie. Dysertację cechuje również brak dbałości o poprawność językową i terminologiczną.

We wprowadzeniu do pracy Autor zawarł podstawowe informacje dotyczące tytanu, ostatni akapit wprowadza czytelnika w tematykę pracy. Autor pisze między innymi, że: *„W niniejszej pracy podjęto próbę intensywnego (duży stopień przerobu, wysoka prędkość) odkształcenia tytanu w niskiej temperaturze w procesie wyciskania metodą KOBO”*...nie podając, o jaki zakres temperatury chodzi i czy uwzględnia on nagrzewanie się materiału podczas oscylacyjnych ruchów matrycy w procesie odkształcenia metodą KOBO.

W pierwszych czterech rozdziałach pracy Autor opisał tytan i stopy tytanu, podał składy chemiczne i właściwości mechaniczne różnych gatunków tytanu. Podał także klasyfikację tytanu w oparciu o typ mikrostruktury. W rozdziale 5 Autor opisał „Mechanizmy odkształcenia” uwzględniając w opisie zależności dla sieci heksagonalnej, w której krystalizuje tytan będący przedmiotem badań niniejszej pracy. Informacje zebrane

w rozdziałach 1 – 5 to w dużej mierze wiedza, którą można znaleźć w podręcznikach akademickich.

Rozdział 6 traktuje o sposobach umacniania metali, a w szczególności o umocnieniu odkształceniowym. Autor krótko wspomniał o umocnieniu roztworowym pomijając informacje o umocnieniu wydzieleniowym.

W rozdziale 7 Autor przedstawił w dużym skrócie informacje dotyczące konwencjonalnego kształtowania tytanu (rozdział zajmuje 1 stronę maszynopisu). Zwrócił uwagę na trudności pojawiające się w warunkach odkształcenia na „gorąco” z uwagi na duże powinowactwo tytanu do gazów w podwyższonej temperaturze. Pewien niedosyt w tym miejscu budzi brak informacji o niekonwencjonalnych metodach odkształcenia tego materiału, jak chociażby przy wykorzystaniu metod SPD, czy też procesu wyciskania hydrostatycznego. Prace takie były publikowane w ostatnich latach między innymi przez Panią Prof. Halinę Garbacz, czy też Prof. R. Valieva.

Pierwsze 7 rozdziałów pracy Autor opracował na podstawie 42 pozycji literaturowych, w moim odczuciu pewien niedosyt budzi brak aktualnych publikacji z tego zakresu, najnowsza praca pochodzi sprzed 6 lat i jest to podręcznik akademicki.

Kolejne rozdziały 8 – 10 dotyczą przede wszystkim metody KOB0. Autor dysertacji prezentuje w tym miejscu głównie osiągnięcia Pana Prof. A. Korbla i współpracowników z zakresu odkształcenia metali i stopów metali w procesie KOB0, Autor powołuje się również na prace, których jest współautorem.

Rozdział 11 to teza i cel pracy, który nie został wyodrębniony, kolejno metodyka badań i wyniki, które Autor przedstawił na 30 stronach maszynopisu. Ostatni rozdział stanowią wnioski. Do tej części pracy szczegółowo odniosę się w dalszej części recenzji.

2. Uwagi szczegółowe i edytorskie

Praca jest napisana bez dbałości o poprawność językową i terminologiczną, miejscami Autor stosuje wręcz potoczne słownictwo. Poniżej przytoczę tylko najważniejsze z moich uwag:

Rysunek 1 (str. 6) – niekompletny opis, zaczyna się od „*stopów tytanu.....*” można się jedynie domyślać, że chodzi o „*Wytrzymałość właściwą stopów tytanu.....*”

Rysunek 5 (str. 18) – błąd w podpisie rysunku – opis jest następujący: „*Rozwoju in situ pasm poślizgu...*”, prawdopodobnie Autorowi chodziło o „*Rozwój in situ pasm poślizgu...*” Autor stawia kropki po podpisach pod rysunkami oraz tabelami.

Str. 10 – określenia typu: „*Stopy występujące podobnie jak czysty tytan w odmianie alfa są niezdatne do obróbki cieplnej...*” – mówi się raczej o braku podatności do obróbki lub braku możliwości przeprowadzenia obróbki cieplnej.

Punkt 2 (str. 10), cyt: „*Stopy alfa-beta są zdolne do obróbki cieplnej, a większość jest spawalna. Ich własności wytrzymałościowe są średnie lub wysokie. Ich właściwości kształtowania na gorąco są dobre, ale wysoka odporność na pełzanie nie jest tak dobra jak większości stopów alfa*” – jak wcześniej, mówi się o podatności do obróbki cieplnej, mówiąc o średnich lub wysokich własnościach wytrzymałościowych należy podać ich zakres.

W punkcie 3 (str. 11) Autor pisze o stopach beta lub bliskich beta mówiąc, że mają wysoką odporność na pełzanie w „*temperaturach pośrednich*”, nie podając jaki zakres temperatury temu odpowiada.

Str. 12. cyt: „*Stop zawiera stabilne wytrącenie TiB, które zapobiegają wzrostowi ziarna podczas operacji obróbki na gorąco*”, pojawia się pytanie, co to jest wytrącenie TiB?

Cyt: „*Stop Ti-35V-15Cr% wag. posiada wystarczającą ilość chromu, aby oprzeć się spalaniu w środowisku silnika lotniczego do temperatur do około 510°C*”, proszę o wytłumaczenie tego sformułowania.

Autor wprowadza w tekście określenia, terminologię z dużą swobodą pisząc np. o badaniach struktury, obserwacjach struktury, zmianach struktury, itd., jednocześnie zdjęcia wykonane przy zastosowaniu transmisyjnego mikroskopu elektronowego podpisuje, jako „Mikrostruktura...”. Stąd pojawia się pytanie, czym dla Autora jest struktura, a czym mikrostruktura, słowa te nie są przecież synonimami i nie można ich zamiennie używać. Kolejny aspekt dotyczy wielokrotnie używanych określeń typu: temperatura pośrednia, niska temperatura, temperatura podwyższona, średnie i wysokie własności wytrzymałościowe, niewielka wytrzymałość, itd. bez podawania wartości, bardzo proszę o uściślenie i wyjaśnienie.

Na str. 16 pierwsza linijka tekstu jest powtórzeniem ostatniej linijki tekstu ze str. 15.

Nie można oprzeć się wrażeniu, że w niektórych przypadkach Autor powołuje się na źródła, których dany opis nie dotyczy, jak chociażby np. pozycja nr 55 (str. 27), która dotyczy srebra, Autor cytuje ją przy opisie wysokotemperaturowego rozciągania z obustronnym skręcaniem polikrystalicznej miedzi. Być może jest to błąd, który wkradł się na etapie edycji pracy.

Str. 41. cyt: *„Generowanie ponadrównowagowej koncentracji defektów punktowych powoduje poprawę odkształcalności metalu przejawiająca się w łatwości nadawania dużych odkształceń i uzyskiwania skomplikowanych kształtów wyrobów. Defekty punktowe w trakcie odkształcenia metodą KOBO, a takie po tym procesie nie ulegają całkowitej anihilacji. Znacząca ich część pozostaje w metalu w postaci skupisk zwanych klastrami o nanowymiarowej wielkości.”* - proszę o wytłumaczenie o co chodzi w tym zdaniu, jest ono niekompletne.

Str. 41. cyt: *„W pracy [74] stworzono model klastrów i defektów punktowych”* – nie można stworzyć w pracy modelu, można jedynie zaproponować/przedstawić.

Autor opisując klastry defektów punktowych powstających podczas odkształcenia w procesie KOBO (str. 31) przedstawia mikrostrukturę Zn wyciśniętego metodą KOBO pisząc, że przedstawia ona strugi lepkiego płynięcia zawierające jednorodnie rozmieszczone klastry defektów punktowych. W związku z powyższym rodzi się pytanie, jaką metodą wykonano preparat do obserwacji elektronomikroskopowych i czy nie są to np. jamki trawienia. Jasne obszary na zdjęciu są duże, w mojej ocenie pojedynczy ma około 50-100 nm.

W pracy znajdują się rysunki z opisami anglojęzycznymi, jak np. rys. 34, 35.

Str. 49. cyt: *„Zaprezentowane wyniki dobitnie wskazują...”* – lepszym określeniem jest „jednoznacznie”.

Na stronie 53 Autor powołuje się na pozycję literaturową [104], która w spisie literatury opisana jest enigmatycznie, jako: *„W przygotowaniu do publikacji”*, jest to niepoprawne. Przedstawione wykresy są w wielu przypadkach niestaranne, brak jest osi, słupków błędów, co utrudnia analizę wyników. W pracy znajduje się jeszcze wiele innych błędów edytorskich, których nie będę szczegółowo opisywała.

W dalszej części recenzji przejdę do uwag dotyczących wyników badań własnych Doktoranta.

Teza pracy sformułowana następująco: *„Dotychczasowe wyniki doświadczalne i ich analiza dotyczące procesu wyciskania KOBO pozwalają na postawienie tezy, iż jest możliwa implementacja tej metody do wyciskania tytanu z wysokim stopniem przerobu i w niskiej temperaturze („na zimno”), oraz że istnieją poważne przesłanki aby mechanizm plastycznego płynięcia tytanu i zjawisko jego umocnienia odkształceniowego związać z obecnością wygenerowanej w procesie KOBO ponadrównowagowej koncentracji defektów punktowych analogicznie jak w przypadku innych dotychczas przebadanych materia w metalicznych”* w moim odczuciu nie do końca została spełniona.

Próbie udowodnienia powyższej tezy Autor opiera na danych doświadczalnych uzyskanych w badaniach wytrzymałościowych i obserwacjach mikrostruktury wykonanych przy wykorzystaniu technik mikroskopii świetlnej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej. W pracy brak jest również jednoznacznie sformułowanego celu pracy, jedynie przedstawiono zamierzenia badawcze.

Autor dysertacji odkształcił tytan w gatunku Grade 2 z dużym stopniem przerobu, jednak nie udowodnił obecności ponadrównowagowej koncentracji defektów punktowych. Mikroskop świetlny z uwagi na niską rozdzielczość nie jest narzędziem, które umożliwia określanie obecności bądź braku defektów punktowych. Przedstawione w pracy zdjęcia mikrostruktury wykonane przy wykorzystaniu transmisyjnego mikroskopu elektronowego nie przekonują mnie do tezy o obecności defektów punktowych i ich klastrów. Doktorant nie przedstawił również w pracy ilościowych danych dotyczących wakansów i metodologii ich określania.

Rozdział 12. Metodyka badań. Autor opisując problemy z doбором odpowiednich warunków procesu odkształcenia tytanu pisze między innymi, że cyt: „[...] Nie powiodły się próby niskotemperaturowego (w temp pokojowej) wyciśnięcia materiału przy dotychczas wykorzystywanych matryc wykonanych ze stali WCL obrobionej cieplnie (rys. 52), ponieważ uplastyczniały się na skutek długotrwałego oczekiwania na zainicjowanie wyciskania i szybkiego nagrzewania spowodowanego ich obrotami w warunkach wysokiego nacisku stempla”. Zdanie to, jak i dalszy opis dotyczący problemów z doбором parametrów procesu wyciskania tytanu wskazują na wysoką temperaturę procesu. Jednocześnie Doktorant twierdzi, że proces realizowany był w warunkach „na zimno”. Proszę o wyjaśnienie i komentarz oraz podanie, jak oszacowano temperaturę procesu.

Optymalne parametry procesu wyciskania KOBO ustalono na następujące: $\lambda=25$, $T=350^{\circ}\text{C}$, $v=0,2\text{mm/s}$, $f=5\text{Hz}$, kąt skręcania matrycy $\pm 6^{\circ}$. Wyciśnięto 10 prętów, kolejno przeprowadzono ocenę makroskopową powierzchni prętów, badania mikrostruktury przy wykorzystaniu technik mikroskopii świetlnej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej oraz badania własności mechanicznych. Kolejno tytan odkształcony w procesie KOBO oraz w stanie handlowym (jako materiał referencyjny) poddano procesowi walcowania, zastosowano następujące wartości zgniotów: 8, 29, 50, 62, 79 i 90%.

Opis metodologii przygotowania zgiętych metalograficznych do obserwacji mikrostruktury oraz cienkich folii do badań elektronomikroskopowych jest bardzo zwięzły, bez szczegółów. Przy opisie jednoosiowej próby rozciągania nie podano czy stosowano ekstensometr.

Rozdział 13. Wyniki badań.

Str. 62, Autor rozprawy pisze, między innymi, że: „[...] na wzrost prędkości wyciskania w trakcie trwania procesu ma wpływ kilka czynników, a to efekt skracania się wsadu, wzrostu temperatury związanego z wykonywaną pracą odkształcenia, ale przede wszystkim ewolucja struktury we wsadzie, polegający na wzrastającej ilości (gęstości) defektów punktowych. Powoduje to silne uplastycznienie metalu (tytanu), czego dowodem jest pojawiająca się wówczas bardzo cienka wypływka [...] Utworzenie się wypływki w postaci cienkiej blachy (grubość około 0,1 mm jest możliwe tylko w warunkach lepkiego płynięcia metalu (tytanu) [59]”. Kończąc ten akapit Autor powołuje się na publikację nr [59], czy zatem jest to stwierdzenie Doktoranta, czy też teza postawiona przez Autorów publikacji [59]? Przy czym należy podkreślić, że publikacja [59] dotyczy odkształcenia w procesie KOBO aluminium i stopu aluminium 7075 i nie można moim zdaniem przenieść wyników bezpośrednio na tytan. Bardzo proszę o odniesienie się do tego i wytlumaczenie, na jakiej podstawie stwierdzono w pracy, że nastąpił wzrost gęstości defektów punktowych. Jak określano gęstość defektów i jakie metody określania gęstości defektów punktowych – wakansów są znane Doktorantowi.

Str. 63. Rozdział 13.2. Badania własności mechanicznych wyrobów/prasówki.

W rozdziale tym doktorant przedstawił wyniki badań uzyskane w jednoosiowej próbie rozciągania dla trzech wariantów próbek: 1 – tytanu Grade 2 odkształconego w procesie KOBO, 2 – tytanu Grade 2 handlowego oraz 3 – tytanu Grade 2 wyżarzzonego w temperaturze 780°C przez 24h. Próbki były rozciągane z trzema różnymi prędkościami: 0,08s⁻¹, 0,008 s⁻¹ oraz 0,0008 s⁻¹. Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczył czułość na prędkość odkształcenia, która dla tytanu Grade 2 wyżarzzonego oraz odkształconego w procesie KOBO jest na zbliżonym poziomie. Nieco wyższa została wyznaczona dla tytanu Grade 2 handlowego. Mała wartość współczynnika m w tytanie wyżarzonym tłumaczona jest małą gęstością dyslokacji. Autor dysertacji twierdzi, że niskiej wartości współczynnika m w tytanie Grade 2 odkształconym w procesie KOBO należy upatrywać się „gdzie indziej”. Jednocześnie odwołuje się do zdjęć wykonanych przy wykorzystaniu transmisyjnego mikroskopu elektronowego (rozdział 13.3.2) pisząc, że po odkształceniu w procesie KOBO jest duża gęstość dyslokacji w materiale. Przedstawione na rysunkach 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91 zdjęcia mikrostruktury tytanu Grade 2 po odkształceniu w procesie KOBO wskazują na niską gęstość dyslokacji, na zdjęciach widoczne są silnie wyzdrowione obszary, niskoenergetyczne układy dyslokacyjne oraz zrekrystalizowane ziarna. Dlatego też trudno przyjąć tłumaczenie tego wyniku przez Doktoranta wskazujące na dużą gęstość defektów punktowych występującą w materiale po odkształceniu KOBO. Proszę o komentarz w tej kwestii.

Doktorant przy opisie wyników pomylił się, gdyż w dalszej części tekstu twierdzi, że tytan handlowy i odkształcony w procesie KOBO charakteryzują się zbliżoną czułością na prędkość odkształcenia – wyniki przedstawione w tabeli 4 zaprzeczają temu (str. 67).

Przedstawione na rys. 60 (str. 63) krzywe rozciągania dla tytanu handlowego oraz odkształconego w procesie KOBO ($\lambda=25$) dowodzą, że wytrzymałość na rozciąganie Ti po procesie KOBO jest wyższa zaledwie o ok. 10% w odniesieniu do Ti handlowego, jednocześnie po procesie KOBO wzrosło wydłużenie o około 30%. Analizując zdjęcia mikrostruktury można tłumaczyć takie zachowanie np. niską gęstością dyslokacji.

W dalszej części pracy Autor przedstawił wyniki badań tytanu po procesie walcowania – maksymalny zgniot walcowniczy wynosił 90%. Uzyskane wyniki przedstawił w formie wykresów – dwa rodzaje – słupkowych oraz liniowych (dla R_m , $R_{0,2}$ oraz A) (rys. 67 – 72). W moim odczuciu wystarczające byłoby przedstawienie rezultatów przy zastosowaniu jednego rodzaju wykresu, a cennych informacji dostarczyłyby słupki błędów, których brakuje na wykresach.

Przedstawiony opis wyników uzyskanych w jednoosiowej próbie rozciągania, dotyczący walcowanych próbek jest bardzo krótki i zajmuje zaledwie 9 linijek tekstu.

W dalszej części pracy Doktorant zamieścił wyniki obserwacji mikrostruktury przy wykorzystaniu mikroskopu świetlnego – zdjęcia z przekrojów poprzecznych. W stanie wyjściowym zamieścił wyniki zarówno dla tytanu Grade 2 handlowego, jak i odkształconego w procesie KOBO. W obu przypadkach w mikrostrukturze widoczne są równoosiowe zrekrystalizowane ziarna, co może wskazywać na nagrzewanie się materiału podczas odkształcenia w procesie KOBO. Doktorant twierdzi, że w obu przypadkach „średnica ziarna” jest porównywalna i wynosi 20 - 50 μ m. Zamieszczone w pracy zdjęcia wskazują, że w rzeczywistości średnia średnica ziarna jest na poziomie ok. 80 - 100 μ m (rys. 73, 74), a w przypadku tytanu handlowego jest większa o około 20 μ m.

Na rys. 75 – 78 doktorant przedstawił zdjęcia Ti odkształconego w procesie KOBO i kolejno walcowanego z różnym stopniem zgniotu. W pracy brakuje zdjęć mikrostruktury tytanu handlowego odkształconego przy tych samych parametrach. Autor pisze o obecnych w mikrostrukturze pasmach ścinania, jednak zamieszczone w pracy zdjęcia nie wskazują na ich obecność, być może są źle dobrane. Również w tym rozdziale komentarz jest bardzo ubogi. Informacje przedstawione w tym rozdziale niewiele wnoszą i wymagają szerszego

komentarza, niezbędne wydaje się również przedstawienie analogicznych wyników dla Tytanu handlowego. Bardzo proszę o uzupełnienie.

Na stronie 78 Autor pisze, że „[...] materiał handlowy po odkształceniu go w schemacie wymuszonej zmiany drogi deformacji (po procesie KOBO) także zachowuje swoją plastyczność (wydłużenie), ale zwiększa o ponad 30% wytrzymałość na rozciąganie”. Przedstawione na rys. 60, 61, 63 krzywe rozciągania dla Tytanu handlowego oraz po odkształceniu w procesie KOBO oraz opis zamieszczony na str. 63 wskazują, że po odkształceniu w procesie KOBO własności są wyższe o ok. 10%, a wydłużenie o ok. 30%. Być może Doktorantowi chodzi o poziom własności po procesie walcowania? Proszę o komentarz w tej kwestii.

Brak jest w pracy tabelarycznego zestawienia wyników uzyskanych w jednoosiowej próbie rozciągania, jak pisze Autor dla każdego wariantu rozciągano po trzy próbki - wówczas interpretacja i porównywanie wyników byłyby łatwiejsze.

Przy opisie zdjęć mikrostruktury Tytanu po procesie KOBO Doktorant używa następującego określenia: „Kolejne obrazy TEM, można uznać za zaskakujące. Pomimo zastosowania znacznie niższej temperatury niż temperatura kształtowania handlowych prętów $\phi 40\text{mm}$, widoczny jest efekt zdrowienia (rys. 84), niewielką ilość dyslokacji w podziarnach oraz całkowicie odmienny wygląd mikrostruktury (rys. 85 i 86)”.

Nie wiem, dlaczego Doktorant używa określenia „zaskakujące”, taki typ mikrostruktury może być związany z nagrzewaniem się materiału w trakcie procesu odkształcenia.

Zamieszczony na str. 79 opis do zdjęcia przedstawionego na rys. 87 wskazujący na zachodzenie rekrytalizacji dynamicznej bądź postdynamicznej również wskazuje na wzrost temperatury w trakcie odkształcenia w procesie KOBO.

Na jakiej podstawie stwierdzono, że większość granic ziarn jest „wąskokątowa”? (dotyczy to Tytanu po procesie KOBO) (str. 80). W dalszej części pracy Doktorant również pisze o „znacznym stopniu dezorientacji ziarn/podziarn” (str. 88) i o podgranicy, której kąt dezorientacji wynosi około 10° (str. 89). Proszę o komentarz i wyjaśnienie jaką metodą wyznaczano dezorientację pomiędzy ziarnami?

Na str. 85 Doktorant opisuje, że w mikrostrukturze pojawiły się „prażki”, kolejno na rys. 96 je przedstawia. Przedstawiony opis jest bardzo enigmatyczny, dlatego proszę o dokładne wyjaśnienie, w jakich warunkach pojawiają się tego typu prażki i co one oznaczają.

Brak jest wyjaśnienia w pracy, po co Doktorant zastosował walcowanie próbek.

W końcowym akapicie pracy Doktorant pisze o trudnościach w znalezieniu „klastrów defektów punktowych”. W związku z powyższym pojawia się pytanie, dlaczego nie przeprowadzono badań, które potwierdziłyby występowanie defektów punktowych?

Rozdział 14. Wnioski. Wniosek nr 2 nie został potwierdzony badaniami, w pracy nie przedstawiono wyników, które potwierdzałyby ponadrównowagową koncentrację defektów punktowych. Podobnie wniosek nr 3. Wniosek nr 4 jest niezgodny z wynikami prezentowanymi w pracy, na zdjęciach mikrostruktury materiału „handlowego” widać dużą gęstość dyslokacji, z kolei na mikrostruktura tytanu odkształconego w procesie KOBO jest silnie wyzdrowiona i zawiera zrekrystalizowane ziarna. Wniosek nr 5 jest niezrozumiały.

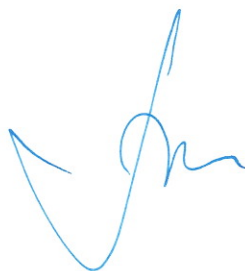
3. Ocena pracy i wniosek końcowy

Doktorant mgr inż. Marek Łagoda uzyskał wyniki o znaczeniu poznawczym, dobrał warunki odkształcenia w procesie KOBO tytanu Grade 2. Zarówno opis wyników, jak ich interpretacja są niepełne i wymagają głębszej analizy. Sformułowane wnioski w większości wymagają preredagowania, część wniosków nie jest potwierdzona badaniami eksperymentalnymi, ale jest domniemaniem.

Praca zawiera wiele niedociągnięć pod względem korekty językowej, jest miejscami pisana językiem potocznym, układ pracy jest typowym. Brak jest w pracy krytycznej analizy stanu zagadnienia oraz krytycznej analizy wyników badań odniesionej do osiągnięć prezentowanych w literaturze światowej. Niektóre poglądy, a także sposób ich sformułowania przez Doktoranta budzą w mojej opinii wątpliwości.

Pomimo moich krytycznych uwag do pracy doktorskiej mgr inż. Marka Łagody pt. „Analiza zjawiska umocnienia odkształceniowego niskotemperaturowo wyciskanego tytanu” przygotowanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Włodzimierza Bochniaka stwierdzam, że zawiera oryginalne opracowanie zagadnień określonych w celu pracy i ma cechy nowości w zakresie odkształcania tytanu przy wykorzystaniu niekonwencjonalnej metody odkształcania KOB0 oraz spełnia wymagania stawiane dysertacjom doktorskim określone w Ustawie o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki z dnia 14.03.2003 r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595) z późniejszymi zmianami.

W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Marka Łagody do publicznej obrony przedłożonej rozprawy doktorskiej.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, cursive script that appears to be the initials 'ML' followed by a flourish.