

Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej

Prof.dr hab. inż. Jerzy Pacyna

Kraków, 10 I 2011 r.

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Barbary Dołżańskiej
pt.: „Struktura i własności spiekanych gradientowych materiałów
narzędziowych o osnowie kobaltowej”**

**wykonana na zlecenie Rady Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki
Śląskiej w Gliwicach**

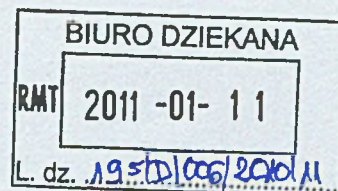
1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRACY

Szybki rozwój przemysłu maszynowego wymaga coraz lepszych narzędzi. Narzędzia powinny być coraz bardziej wydajne ale też niezawodne. Wzrostowi wydajności służą m.in. najrozmaitsze powłoki nakładane na materiały bazowe, natomiast niezawodność narzędzia zawsze zapewnia baza, czyli to na co ewentualne powłoki są nanoszone. Małe własności wytrzymałościowe materiału bazowego, mała jego twardość a zwłaszcza mała jego odporność na pękanie, eliminują z eksploatacji narzędzia nawet o najlepszych parametrach naniesionej na nie powłoki. Dlatego, rozwój materiałów narzędziowych powinien odbywać się komplementarnie, tzn. zarówno w kierunku doskonalenia własności powłok jak również w kierunku doskonalenia materiałów bazy.

W Zakładzie Technologii Procesów Materiałowych, Zarządzania i Technik Komputerowych w Materiałoznawstwie Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej wykonuje się badania materiałów narzędziowych w obydwu ww. kierunkach. W zakresie doskonalenia materiałów bazowych, a ściślej mówiąc składu chemicznego i obróbki cieplnej klasycznych stali szybko tnących i klasycznych stali narzędziowych do pracy na gorąco, wymienić można obronione na Wydz. Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej rozprawy doktorskie, m.in. Adama Zarychty, Mariusza Ligarskiego, Janusza Mazurkiewicza oraz ostatnio obronioną rozprawę habilitacyjną Wojciecha Sitka, która obejmuje swym zasięgiem całość problematyki składu chemicznego i obróbki cieplnej stali szybko tnących. Natomiast w zakresie powłok nanoszonych na materiały bazowe i stopowania

**Akademia Górniczo – Hutnicza , Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej
Katedra Metaloznawstwa i Metalurgii Proszków
Pracownia Przemian Fazowych**

al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel. +48 12 617 2630, +48 12 617 2619, fax +48 12 617 3190
e-mail: pacyna@agh.edu.pl



ich warstw wierzchnich obroniono rozprawą, m.in. Krzysztofa Labisza, Adama Poloka, Daniela Pakuły, Jarosława Mikuły i Marcina Staszuka.

Recenzowaną rozprawę doktorską Pani mgr inż. Barbary Dołżańskiej należy zaliczyć do pierwszej z ww. grup, ponieważ dotyczy materiału bazowego, którym jest tym razem spiekany węgiel wolframu na osnowie kobaltowej. Doktorantka, wykorzystując zasoby materiałowe firmy „Baildonit” Sp. z o. o., funkcjonującej w strukturze szwedzkiej firmy „Sandvik”, zrealizowała pomysł swojego Promotora Prof. dr hab. inż. Leszka A. Dobrzańskiego M.dr h.c. i wytworzyła gradientowy materiał narzędziowy, którym jest węgiel spiekany o zmiennym na przekroju ilorazie zawartości węgla wolframu WC i osnowy kobaltowej. Oczywiście, strona bogatsza w węgiel WC – twardsza, odporniejsza na ścieranie chociaż bardziej krucha, przewidywana jest jako strona skrawająca. Natomiast strona bogatsza w osnowę kobaltową – jako trochę miększa i przede wszystkim bardziej odporna na pękanie, przewidywana jest jako strona chwytna narzędzia. Taki materiał spiekany, może być samoistnym narzędziem o lepszych własnościach użytkowych niż tradycyjny węgiel o stałym ilorazie WC : Co, ze względu na większą odporność na pękanie w części chwytniej. Może jednak być również materiałem bazowym do stopowania powierzchniowego z użyciem techniki laserowej bądź podstawą do nanoszenia różnorodnych powłok w procesach fizycznego (PVD) i chemicznego (CVD) osadzania na nich warstw z fazy gazowej, w tym także powłok gradientowych. Stwarza to całkiem nowe możliwości w zakresie rozwoju materiałów narzędziowych.

W Instytucie Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych istnieje wieloletnia tradycja i wielkie doświadczenie w zakresie nanoszenia i badania takich powłok. Można się zatem spodziewać, że na opracowanych przez Panią Dołżańską w ramach tej pracy doktorskiej materiałach gradientowych WC : Co, w nieodległej przyszłości nanoszone będą różnorodne powłoki jednowarstwowe, jednowarstwowe gradientowe i wielowarstwowe, które będą materiałem głównym kolejnych prac doktorskich, stwarzających podstawy teoretyczne do produkcji coraz doskonalszych i niezawodnych narzędzi.

Praca doktorska Pani mgr inż. Barbary Dołżańskiej, chociaż oparta na solidnych podstawach teoretycznych, ma bardzo mocno zarysowany kierunek aplikacyjny. Dotyczy to zarówno tej części, która została przedstawiona do oceny, jak również (i to nawet w większym stopniu) tej części, która została tylko w pracy zasygnalizowana jako materiał do przyszłych badań (materiał o jeszcze większych gradientach udziałów fazowych WC :Co). Autorka postawiła tezę, że **w metalurgii proszków jest możliwe opracowanie technologii umożliwiającej wytworzenie węgla spiekane go gradientowej zawartości WC : Co, polegającej na kolejnym zasypywaniu formy warstwami o rosnącym udziale węgla i zmniejszającym się stężeniu kobaltu aby po następnym sprasowaniu i spiekaniu zapewnić wymaganą mikrostrukturę i własności, tj. wysoką twardość i odporność na zużycie ścierne na powierzchni oraz wysoką odporność na pękanie podstawy tak wytworzonego narzędzia.** I rzeczywiście, Autorka recenzowanej pracy taką technologię opracowała, wytwarzając z czterech warstw zawierających kolejno

3, 5, 7 i 9 %Co i odpowiednio 97, 95, 93 i 91 % WC gradientowy materiał narzędziowy o zmieniającej się na przekroju twardości, odporności na ścieranie i odporności na pękanie.

2. OCENA PRACY

Na przedstawioną do recenzji pracę składa się dwustronicowy wstęp, na dwudziestu stronicach zamieszczono – czasami bardzo elementarny - przegląd piśmiennictwa, dwie strony zajęło sformułowanie tezy i przedstawienie zakresu pracy, na trzech stronach opisano materiał do badań i przygotowanie próbek, opis metod badań zajął aż dziesięć stron, opis wyników badań tylko osiem stron, chociaż do tego rozdziału należy doliczyć osiemdziesiąt sześć stron wyników zamieszczonych w oddzielnym atlasie (traktowanym w pracy jako zbiór załączników), dyskusja wyników znalazła się w podsumowaniu pracy, które zajęło sześć stron, wnioski zajęły dwie strony, przegląd piśmiennictwa - obejmujący całość problematyki pracy - objął 165 pozycji. Rozprawę kończy jednostronicowe streszczenie.

Ten szczegółowy wykaz objętości poszczególnych rozdziałów przytaczam po to aby zasygnalizować odmiennosc pod tym względem niniejszej pracy w porównaniu do prac, które dotychczas miałem przyjemność dla Wysokiej Rady recenzować. Recenzent został bowiem przyzwyczajony, że wyniki badań powinny być solidnie przedyskutowane, ponieważ jest to najważniejsza część każdej pracy, zwłaszcza doktorskiej. Tymczasem w pracy Pani Dołżańskiej dyskusji wyników należy szukać dopiero w podsumowaniu pracy i zajęło Jej to (łącznie z podsumowaniem) zaledwie sześć stron. A przecież Pani Dołżańska miała co dyskutować gdyż Jej wyniki, łącznie z opisem, zajmują aż dziewięćdziesiąt cztery strony. Taki stan rzeczy sprawia, że całą dyskusję uzyskanych przez siebie wyników Autorka zrzuca na czytelnika swojej pracy a nie każdy z czytających tę pracę jest profesorem od materiałów narzędziowych. Ponadto, czytelnicy tej pracy (a zwłaszcza recenzenci), mogą nawet czuć się dotknięci pewnością Autorki, która ograniczając dyskusję swoich wyników, wyciąga jednak prawidłowe wnioski. Dowodzi to, że Doktorantka musiała dokładnie przedyskutować uzyskane przez siebie wyniki (najprawdopodobniej ze swoim Promotorem), jednakże z jakiegoś powodu nie zamieściła tej dyskusji w pracy. W przypadku prac o charakterze aplikacyjnym (a ta praca z pewnością do takich może być zaliczona) czasem zachodzi potrzeba zachowania niektórych spostrzeżeń w tajemnicy, jednakże wówczas należy takie zastrzeżenie w pracy zamieścić a wówczas nie byłoby od recenzenta zarzutu nie dość głębokiej i wszechstronnej dyskusji wyników badań własnych.

W pracy zastosowano dziewięć najnowocześniejszych metod badawczych za pomocą których zbadano mikrostrukturę, orientację krystalograficzną, skład fazowy i chemiczny oraz własności mechaniczne i fizyczne spiekanych materiałów gradientowych o zróżnicowanym ilorazie zawartości węgla WC i kobaltowej osnowy. Badania podstawowe uzupełniono oceną tribologiczną oraz

symulacją komputerową (metodą elementów skończonych) naprężeń własnych i odkształceń, powstałych w gradientowym materiale narzędziowym, które wcześniej zmierzono metodą $\sin^2\Psi$.

Z lektury pracy widać wyraźnie, że jej Autorka ceni sobie biegłość w posługiwaniu się ww. nowoczesnymi metodami badawczymi ale jeszcze bardziej ceni sukces opracowania i zastosowania technologii wytwarzania materiałów gradientowych węgliku wolframu na osnowie kobaltowej. Na ten sukces składa się bowiem również doświadczalny dobór warunków spiekania, tj. temperatury, czasu i atmosfery spiekania oraz izostatycznego dogęszczania, zapewniające najlepszą (gradientową) strukturę i własności. Z tym wiąże się również wybór (spośród czterech wytworzonych materiałów gradientowych) do badań głównych jednego materiału, składającego się z czterech warstw, w którym udział masowy kobaltowej osnowy wynosił kolejno 3, 5, 7 i 9% masowych. Po spiekanii materiał ten wykazywał również najmniejsze zniekształcenie geometryczne. Recenzentowi wydaje się jednak, że bardzo interesującymi mogłyby być również materiały o większym gradiencie, tj. 3 -15 % kobaltowej osnowy, trój- lub pięciowarstwowe, które mogłyby umożliwić uzyskanie większych gradientów twardości i odporności na pękanie chociaż obecnie, ze względu na duże zniekształcenia po spiekanii i nierównomierne granice między kolejnymi warstwami, zostały przez Autorkę pracy wykluczone z dalszych, szczegółowych badań. Recenzent jest pewien, że zawsze można będzie do badań tych materiałów wrócić, jeżeli będzie nimi zainteresowany przemysł narzędziowy w Polsce lub na świecie.

Bardzo staranne opracowanie graficzne rozprawy, piękny polski język, którym została napisana, nawiązują do szczytnych tradycji środowiska naukowego z którego Autorka się wywodzi.

W całej pracy nie znalazłem też błędów językowych ani usterek, które warte byłyby wymienienia w tej recenzji.

3. WIOSEK KOŃCOWY

Przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską mgr inż. Barbary Dołęgańskiej pt. „Struktura i własności spiekanych gradientowych materiałów narzędziowych o osnowie kobaltowej” wykonaną pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Leszka A. Dobrzańskiego M. dr h. c. oceniam bardzo wysoko. Autorka pracy opanowała biegle wiele nowoczesnych technik badawczych używanych we współczesnej inżynierii materiałowej. Dokonała prawidłowej oceny wyników badań, wyciągnęła prawidłowe wnioski i przede wszystkim udowodniła postawioną w rozprawie tezę, że *„nowo opracowana technologia metalurgii proszków, polegająca na kolejnym zasypywaniu formy warstwami o rosnącym udziale węglików i zmniejszającym się stężeniu kobaltu i następnym spiekanii tak przygotowanej wypraski, umożliwia zapewnienie wymaganej struktury i własności, w tym odporności na pękanie i na zużycie ściernie gradientowych materiałów narzędziowych, w wyniku uzyskania wysokiej twardości i odporności na zużycie*

ścierne na powierzchni oraz wysokiej odporności na pękanie w rdzeniu tak wytworzonych materiałów”.

Na podstawie ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Barbary Dołżańskiej do publicznej obrony tej pracy przed Radą Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

