

25.11.2015 r.

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Gawroński
Politechnika Łódzka
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Materiałowej PŁ

Łódź, 18.11.2015

OCENA

pracy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Poradki
nt. „ Wpływ przemian fazowych na mikrostrukturę i właściwości mechaniczne
lutowanych połączeń rurowych w silnikach lotniczych ”

Opinię niniejszą wykonałem na podstawie pisma Dziekana Wydziału Budowy
Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, w oparciu o uchwałę Rady
Wydziału z dn.23.09.2015 r.

1. Charakterystyka ogólna pracy

Przedstawiona do recenzji praca została zrealizowana w ramach projektu badawczego promotorskiego nr N507 244940, sfinansowanego przez NCN pod ww. tytułem i dotyczy problematyki związanej z lutowaniem dyfuzyjnym wysokotemperaturowym elementów maszyn i urządzeń. W szczególności dotyczy ona określenia wpływu warunków ww. procesu i obróbki cieplnej na skład fazowy i morfologię składników fazowych mikrostruktury połączenia, głębokość warstwy dyfuzyjnej oraz właściwości mechaniczne połączeń rurowych stosowanych w silnikach lotniczych.

Powyższa tematyka badawcza mimo poświęcenia jej w kraju i za granicą szeregu publikacji jest ze wszech miar aktualna i wpisuje się w rozwój wysoko zaawansowanych technologii z zakresu inżynierii materiałowej, mających za zadanie uzyskanie optymalnych właściwości użytkowych części maszyn i urządzeń przy zachowaniu efektywności i ekologiczności procesu.

Podjęcie tej niewątpliwie złożonej problematyki badawczej, o ważkim znaczeniu poznawczym i użytkowym, zasługuje na uznanie.

2. Ocena pracy

Rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Poradki zrealizowana została w formie klasycznej dysertacji z podziałem na przegląd literatury przedmiotu oraz badania własne wraz z omówieniem wyników badań i wnioskami końcowymi. Przegląd literatury przedmiotowej (rozdział 2) obejmuje 26 stron, a do jego opracowania jak i wyników badań własnych skorzystano z 69 pozycji literaturowych. Dobór i wykorzystanie materiałów źródłowych nie budzi zastrzeżeń, aczkolwiek brak układu alfabetycznego bibliografii i oznaczeń stosowanych w pracy utrudnił Recenzentowi jej analizę.

Studium literaturowe obejmuje wszystkie wątki naukowe i praktyczne przewijające się w rozprawie poczynając od omówienia podstawowych charakterystyk procesów lutowania ze szczególnym omówieniem procesu lutowania próżniowego, materiałów przeznaczonych na lutowie oraz obróbkę cieplną po procesie lutowania. Bardzo niefortunnie nazwała Doktorantka podrozdział 2.6.1. pracy „Materiały dodatkowe-lutowie” , który sugeruje, że proces lutowania można wykonać bez lutowia !!!

Trzeba przyznać, że Doktorantka opracowując przegląd literatury skupiła się tylko na tych zagadnieniach, które są istotne z punktu widzenia tematyki badawczej recenzowanej pracy doktorskiej, co niewątpliwie dobrze świadczy o umiejętnej analizie dostępnej źródłowej literatury przez mgr inż. Agnieszkę Poradkę. Tą część rozprawy Doktorantka podsumowuje w rozdziale 3 pracy, w którym dokonuje analizy i syntezy prac cytowanych i własnej (niestety tylko 1 praca własna), a następnie formułuje cel i zakres prac. **Za poważne niedopatrzenie Doktorantki i Promotora uważam brak sformułowania tezy naukowej rozprawy, co w znacznym stopniu ułatwiło by jej analizę Recenzentowi.**

Celem naukowym rozprawy była charakteryzacja zjawisk fizycznych i termodynamicznych – dyfuzji i adhezji – występujących w procesie lutowania próżniowego połączeń rurowych stosowanych w silnikach lotniczych zapewniających dobre właściwości użytkowe, natomiast celem utylitarnym było opracowanie warunków technologicznych ww. procesu. Trzeba przyznać, że cel utylitarny został przez Doktorantkę w pełni zrealizowany, natomiast co do celu naukowego mam pewne wątpliwości, bowiem analiza wyników badań miała doprowadzić do opracowania modelu krystalizacji i dyfuzji podczas tworzenia się połączenia (str.36- 2 wiersz od góry), co nie w pełni zostało zrealizowane. Jest to niewątpliwie wynikiem braku wcześniejszego sformułowania tezy naukowej rozprawy. Mam w związku z tym zapytanie do Doktorantki. Jak odnosi się treść podrozdziału 2.4. pt. „Modele fenomenologiczne procesu lutowania” do badań własnych?

W podrozdziale 4.2 Doktorantka przedstawiła metodykę prowadzenia badań co ujęła w schemacie przedstawionym na rys. 12. Mam do tej części pracy 2 drobne uwagi.

- nie bardzo rozumiem, dlaczego próby badania rozpląwności lutu Au-18Ni na podłożach ze stali X8CrNiTi18-10 i nadstopu Inconel 718 przeprowadzane były w różnych czasach w zakresie temperatury 750-1150 ° C?,
- czy rys. 16 i 17 są opracowaniem własnym Doktorantki, bo brak jest odnośników literatury.

Najistotniejsza część rozprawy została przedstawiona w rozdziale 5, który zawiera wyniki badań własnych. Mam w odniesieniu do tych badań kilka pytań.

- na jakiej podstawie Doktorantka twierdzi, że dobrą rozpląwność i zwilżalność lutowia Au-18Ni na podłożu ze stali X8CrNiTi18-10 i nadstopu niklu Inconel 718 uzyskano po wygrzewaniu początkowym w próżni w temperaturze 750° C/1h? Z rys.30 absolutnie to nie wynika,

- co to znaczy, że głębokość strefy dyfuzyjnej określono na podstawie „zmiany morfologii składowych fazowych mikrostruktury” rys.56-62 i 74-77?,

- czym trawiono próbki podczas badań mikroskopowych i dlaczego nie opisano mikrostruktur z którego wynikał by wpływ procesu lutowania na budowę strukturalną połączenia?,

- rys. 58 nie przedstawia schematu pomiaru głębokości strefy dyfuzyjnej, lecz jej mikrostrukturę !,

- na rys.77 przedstawiono liniowy rozkład zawartości poszczególnych pierwiastków w połączeniu lutowanym Inconel 718-lutowie Au-18Ni, z którego absolutnie nie skorzystano podczas przedstawiania mikrostruktur lutowia na rys. 78-87. Robi to wrażenie „kwiatka do kożucha”,

- na rys. 97-101 brak jest opisu przełomów,

- jako jedyne kryterium zmian właściwości lutowniczych przyjęto chropowatość powierzchni spajanych, na którą wpływa sposób wygrzewania próbek przed spajaniem. Jak wiadomo równie istotny wpływ ma stopień utlenienia powierzchni (zanieczyszczeń). Brak jest danych jak były chronione próbki przed utlenieniem po wyżarzaniu próżniowym!,

- pomiary twardości elementów połączenia lutowanego lepiej by było przedstawić na przekrojach poprzecznych, a nie wzdłużnych (rys.107),

- jakie odniesienie do przeprowadzonych prób lutowania ma przedstawiona w podrozdziale 5.5 symulacja numeryczna?

Podsumowanie wyników badań Doktorantka dokonała poprawnie, aczkolwiek mam pewien niedosyt odnośnie zrealizowania celu naukowego rozprawy. Jej niewątpliwie największym osiągnięciem jest możliwość wdrożenia uzyskanych wyników badań w przemyśle lotniczym.

Wniosków końcowych Doktorantka sformułowała 9, w klasycznym ujęciu od ogółu do szczegółu, co potwierdziło zrealizowanie założonego celu rozprawy, aczkolwiek wnioski 1, 4 i 9 są zdecydowanie „na wyrost”.

3. Ocena końcowa rozprawy

Pomimo przytoczonych uwag, recenzowana rozprawę oceniam pozytywnie. Zawiera ona ogrom pracy doświadczalnej, rzadko spotykaną w tego rodzaju rozprawach (niestety nie do końca wykorzystanej od strony naukowej) oraz oryginalne rozwiązanie określonego, złożonego zagadnienia badawczego. Doktorantka zrealizowała w większości zakres merytoryczny pracy, wykazując się przy tym umiejętnością prowadzenia badań eksperymentalnych i znajomością nowoczesnych technik pomiarowych, a wyniki badań opracowane są na wysokim poziomie edycyjnym (z wyjątkiem tzw. „literówek”). Uważam, że problematyka podjęta przez Doktorantkę jest aktualna, zarówno z poznawczego jak i użytecznego punktu widzenia, a uzyskane przez Nią wyniki mają wysoką wartość aplikacyjną.

Stwierdzam więc, że recenzowana praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez odpowiednie Ustawy i na tej podstawie wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Agnieszki Poradkę do publicznej obrony.

