

From: Sekretariat ITWL
Sent: wtorek, 29 styczeń 2019 12:54
To: kancelaria@itwl.pl
Subject: FW: recenzja
Attachments: 1. Recenzja ITWL 2019.docx

-----Original Message-----

From: Bogdan Żółtowski <bogzol@utp.edu.pl>
Sent: Sunday, January 27, 2019 4:52 PM
To: poczta@itwl.pl
Subject: recenzja

Z pozdrowieniami
BZ

OCENA

rozprawy doktorskiej

pt.: „Badanie wpływu parametrów spawania stopu aluminium AW 5754 metodą TIG na jakość spoiny”.

Autor: **mgr inż. Piotr WOŹNY**

Promotor: **prof. dr hab. inż. Józef BŁACHNIO**

Promotor pomocniczy: **plk dr hab. inż. Krzysztof DRAGAN**

1. Wstęp

Recenzja ta została wykonana na zlecenie Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych (5834-10-1, umowa nr 842/18), gdzie został otwarty przewód doktorski ocenianej pracy.

Zakres tematyczny rozprawy dotyczy badań nieniszczących połączeń spawanych stopów aluminium metodą TIG za pomocą tomografii komputerowej i radiografii cyfrowej, występujących w elementach statków powietrznych. Zakres merytoryczny rozprawy obejmuje zatem problematykę doboru i modernizacji parametrów spawania stopu aluminium z magnezem przeznaczonego do przeróbki plastycznej metodą TIG, co ma na celu uzyskanie połączeń spawanych o wysokiej jakości.

W recenzowanej rozprawie Autor podejmuje trudne zadanie przebadania skuteczności metody spawania TIG, często już stosowanej i bogato opisanej w literaturze przedmiotu. Podjęcie tematu rozprawy Autor uzasadnia problemami jej praktycznego stosowania, wymuszające konieczność dokładnego zachowania wymogów technologicznych i precyzyjnego doboru parametrów procesu spawania. W tym zakresie wyróżnia znaczenie wysokich kwalifikacji i doświadczenie wymagane zarówno od projektanta procesu, jak i bezpośredniego wykonawcy połączenia spawanego. Zwraca także uwagę na konieczność poprawnej oceny jakości połączenia spawanego, co jest podstawowym elementem zapewniającym jego bezpieczną i niezawodną eksploatację.

Pomimo powszechnego zastosowania połączeń spawanych stopów aluminium, nadal szczególnej uwagi wymaga poprawny dobór parametrów spawania, od których zależy jakość i wytrzymałość połączenia. Niewłaściwy dobór tych parametrów jest przyczyną powstawania niezgodności spawalniczych osłabiających połączenie spawane. Pomimo dostępu do nowoczesnych nieniszczących metod diagnostycznych, takich jak tomografia komputerowa i radiografia cyfrowa, do potwierdzenia jakości połączenia spawanego nadal konieczne są badania wytrzymałościowe.

Podjęcie przez Autora tematu badań wynika bezpośrednio z jego własnego doświadczenia nabytego podczas pracy nad oceną jakości połączeń spawanych realizowanych podczas napraw elementów statków powietrznych. Ponadto związane jest także z oceną niezawodności eksploatacyjnej spawanych elementów samolotu manewrowego.

Autor recenzowanej pracy doktorskiej dobrze motywuje problematykę rozprawy, budując przesłanki do zaproponowanej tezy naukowej i celu głównego, które poddano analizie i weryfikacji eksperymentalnej. Takie postawienie zadań tej rozprawy, w odniesieniu do aktualnych badań tego obszaru przekonuje o oryginalności podjętego problemu, jak i o jego dużym skomplikowaniu. Treści opracowanej rozprawy i jej zakres merytoryczny przekonują także, że mieści się ona w dyscyplinie „Budowa i Eksploatacja Maszyn”.

Wiele niejasności i tajemnic z zakresu modelowania i opisu procesów technologicznych spawania, pozyskiwania i przetwarzania informacji oraz jej opracowania statystycznego, stanowią o wadze rozpatrywanych w rozprawie zagadnień.

Dokonania rozprawy w obszarze opisu i badania procesów technologicznych spawania metodą TIG, oryginalne rozwiązania w zakresie opracowanych procedur i narzędzi informatycznych, zaprojektowania i realizacji badań eksperymentalnych, a także ciekawe poszukiwania związków przyczynowo – skutkowych metodami statystyki matematycznej w pełni uzasadniają podjęcie w rozprawie tego oryginalnego tematu.

2. Ogólna struktura i zakres pracy

Praca doktorska mgr inż. Piotra WOŹNEGO liczy łącznie 132 strony i zawiera wykaz ważniejszych oznaczeń, wstęp oraz 5 rozdziałów merytorycznych, podsumowanie i wykaz literatury. W pracy zamieszczono wiele rysunków (101) i tablic (30) szczegółowo przedstawiających wyniki rozważań i badań zrealizowanych w rozprawie. Wykaz literatury zawiera 116 pozycji i ogólnie jest poprawnie dobrany. Przedstawiona bibliografia zawiera także wykaz 6 pozycji współautorskich Doktoranta z lat 2016–2017.

We **rozdziale pierwszym - Wstęp** - w sposób bardzo syntetyczny przedstawiono podstawowe informacje o podejmowanym problemie badawczym oraz sposobie realizacji rozprawy. Omówiono właściwości stopów aluminium oraz ich zastosowanie w technice, szczególnie wskazując na znaczenie technologii spawania stopów aluminium w procesie napraw maszyn i urządzeń. Autor stwierdza, że w procesie spajania metali należy zapewnić powtarzalność oraz wymaganą jakość połączeń. Technologia spawania, bez względu na sposób jej realizacji powinna gwarantować wymagane parametry wytrzymałościowe wykonanych połączeń. W praktycznym zastosowaniu metody TIG pojawiające się problemy technologiczne wynikają z konieczności dokładnego zachowania wymogów technologicznych i precyzyjnego doboru parametrów procesu spawania. Podkreśla tu Autor rozprawy znaczenie i wskazuje na możliwość przeprowadzania badań nieniszczących połączeń spawanych za pomocą tomografii komputerowej i radiografii cyfrowej.

Rozdział drugi pracy poświęcono uzasadnieniu problematyki rozprawy opartego na ocenie wiedzy literaturowej oraz wieloletniemu doświadczeniu w pracy zawodowej w obszarze konstrukcji i technologii prac spawalniczych Autora.

W części początkowej – Autor dokonał obszernej (krytycznej) analizy stanu wiedzy zawartej w literaturze w zakresie problematyki jakości spawania stopów aluminium oraz niezawodności spawanych elementów, co uzasadnia podjęcie tematyki uszkodzeń połączeń spawanych powstających w procesie eksploatacji statku powietrznego. Tu też przedstawiono szczegółowo właściwości dodatków stopowych w powszechnie stosowanych stopach aluminium i dokonano klasyfikacji tych stopów.

W dalszej części Autor wymienia metody spawania stopów aluminium, opisując ich zalety i wady, w szczególności metody TIG i MIG - jako najczęściej stosowanych w spawaniu aluminium. Autor podkreśla, że głównym kryterium eksploatacyjnym połączenia spawanego jest jego wytrzymałość, właściwości plastyczne oraz niezawodność i czas bezpiecznego użytkowania. Ponadto przedstawia szczegółowo proces kształtowania się mikrostruktury złącza spawanego oraz klasyfikację i opis niezgodności spawalniczych. Szczegółowo przedstawia metodę TIG oraz opisuje problemy, trudności i wymagania występujące przy jej realizacji. Autor analizuje także tu wpływ różnych czynników i parametrów spawania na powstawanie niezgodności spawalniczych popierając tę analizę wieloma przykładami.

Autor podejmuje także problem niezawodności spawanych elementów samolotu manewrowego, przedstawiając wpływ czynników eksploatacyjnych na powstawanie uszkodzeń w połączeniach spawanych samolotu.

W trzecim rozdziale przedstawiono uzasadnienie szczegółowego zakresu rozważań merytorycznych rozprawy wskazując, że poświęcona jest ona głównie określeniu właściwych parametrów spawania stopu aluminium metodą TIG, umożliwiających otrzymanie spoiny o jak najmniejszej ilości niezgodności spawalniczych i jak najlepszych parametrach wytrzymałościowych. Sprecyzowano tu cel, tezę i zakres pracy (choć pokrętnie), ale ogólnie poprawnie. W rozdziale tym Autor przedstawia zakres prac zaplanowanych w celu udowodnienia przyjętej hipotezy, obejmujący:

- wykonanie analizy uszkodzeń połączeń spawanych powstających w procesie eksploatacji samolotu manewrowego;
- identyfikację czynników wpływających na jakość spawania stopów aluminium;
- dobór parametrów oraz spoiwa w celu polepszenia jakości spawania próbek metodą TIG;
- badanie mikrostruktury połączeń spawania metodą tomografii komputerowej oraz radiografii cyfrowej w celu identyfikacji i oceny niezgodności spawalniczych;
- wykonanie prób wytrzymałościowych rozciągania próbek spawanych z wykorzystaniem maszyny wytrzymałościowej umożliwiającej określenie wpływu niezgodności spawalniczych na wytrzymałość spoin;
- badanie twardości połączeń spawanych metodą Vickers'a z wykorzystaniem twardościomierza firmy Innova-test.

Na podstawie tych rozważań oraz wyników badań Autor przewiduje opracowanie modeli matematycznych pozwalających na precyzyjne określenie parametrów procesu technologii spawania aluminium oraz wyciągnięcie końcowych wniosków oraz spostrzeżeń.

W rozdziale czwartym Autor przedstawił wyniki badań eksperymentalnych w zakresie doboru parametrów spawania metodą TIG dla wykonanych próbek. Rozważał znaczenie szeregu czynników mających wpływ na uzyskanie spoin o jak najmniejszej ilości niezgodności, co w założeniu miało się przełożyć na wytrzymałość połączeń. Ocenie poddano połączenia spawane doczołowe wykonane z materiału EN AW-5754 H22. Autor opisał czynności przygotowawcze oraz przyjętą metodykę badań. Zebrane w tabelach wartości parametrów spawania pozwoliły na wyciągnięcie wniosków co do ich wpływu na jakość spoiny. Określony przez autora kierunek szczegółowych zmian wartości poszczególnych parametrów w procesie spawania doprowadził do uzyskania połączenia bez widocznych niezgodności zewnętrznych spoiny. W oparciu o przeprowadzone próby Autor zaproponował zmodernizowaną instrukcję spawania.

W rozdziale piątym przedstawiono wyniki badań mikrostruktury wykonanych połączeń metodą tomografii komputerowej i radiografii cyfrowej. Autor przedstawił tu istotę zastosowanych metod oraz przykładowe tomogramy i radiogramy ukazujące niezgodności w strukturze spoiny. Następnie zaprezentował wyniki badania tomograficznego i radiograficznego wykonanych spoin w tabelach, wskazując na niezgodności spawalnicze dla poszczególnych próbek. Ponadto przedstawione wykresy w przejrzysty sposób ukazują zmieniającą się liczbę niezgodności dla poszczególnych spoin. Autor dokonał analizy niezgodności w poszczególnych połączeniach spawanych i określił prawdopodobne przyczyny ich powstawania. Ponadto dokonał porównania wyników badań spoiny metodą tomograficzną z wynikami z badania radiograficznego. Przeprowadzona analiza wykazała zbieżność wyników uzyskanych stosowanymi różnymi metodami diagnostycznymi.

Rozdział szósty przedstawia badania mikrostruktury połączeń spawanych i wyniki tego badania na statyczne rozciąganie i mikrotwardość. Statyczna próba rozciągania wykonana dla materiału rodzimego oraz spoin doczołowych umożliwiła określenie właściwości wytrzymałościowych uzyskanych połączeń spawanych metodą TIG. Na podstawie otrzymanych wykresów z próby rozciągania określono wytrzymałość na rozciąganie, granicę plastyczności i wydłużenie.

W dalszej części Autor dokonał analizy relacji pomiędzy wytrzymałością na rozciąganie, a niezgodnościami spawalniczymi w mikrostrukturze spoiny. Wyniki potwierdzają zależność parametrów wytrzymałościowych od wad i niezgodności spawalniczych. Największy potwierdzony badaniami wpływ na wytrzymałość statyczną na rozciąganie ma niezgodność spoiny w postaci braku przetopu materiału rodzimego i spoiwa. Stwierdzono również istotny wpływ wtrąceń stałych na wytrzymałość spoiny.

W celu pogłębienia analizy wpływu niezgodności na jakość spoiny Autor dokonał oceny udziału niezgodności w objętości spoiny, co jest oryginalnym osiągnięciem tej pracy. Na wielu wykresach przedstawiono zależność parametru R_m i R_e od udziału niezgodności w objętości spoiny U_n , co potwierdzają wartości współczynników determinacji pomiędzy badanymi wielkościami.

Wyniki badań mikrotwardości połączenia spawanego wskazują, że najwyższą wartością twardości dla badanych obszarów charakteryzują się połączenia, w których nie zaobserwowano istotnych niezgodności spawalniczych. Najniższą twardością zaś charakteryzują się połączenia, w których ujawniono szereg niezgodności wewnętrznych oraz zewnętrznych. W celu wykazania korelacji pomiędzy wynikami badania twardości spoin z ich wytrzymałością oraz udziałem niezgodności w objętości spoiny Autor w statystycznym opracowaniu dokonał wyznaczenia współczynników korelacji r Pearsona, a następnie współczynników korelacji wielorakiej R .

W rozdziale siódmym podsumowującym rozprawę wyróżniono obszary prowadzonych badań i zawarte w nich zagadnienia oraz przedstawiono sposób i końcowe wyniki zrealizowanych zadań badawczych potwierdzających przyjętą hipotezę rozprawy.

Pierwszy z badanych obszarów w rozprawie dotyczył ustalenia zależności i związków pomiędzy parametrami procesu spawania, a powstawaniem niezgodności spawalniczych i wytrzymałością spoin doczołowych ze stopu aluminium z magnezem AW 5754 metodą TIG. W obszarze tym wykonano połączenia spawane zmieniając parametry procesu w zależności od zidentyfikowanych niezgodności zewnętrznych połączenia. Określono poprawne wartości natężenia oraz rozkład balansu prądu spawania, dobrano właściwy gatunek materiał dodatkowego, ustalono odpowiednią wartość przepływu gazu osłonowego oraz dobrano optymalną prędkość spawania.

Drugi obszar badań dotyczył badań mikrostruktury spoin metodą tomografii komputerowej i radiografii cyfrowej, co w efekcie potwierdziło słuszność założonej dla tego obszaru hipotezy.

Trzeci obszar to ocena parametrów wytrzymałościowych badanych połączeń spawanych. Przedstawione w rozprawie wyniki prób rozciągania statycznego potwierdziły istotną zależność wytrzymałości połączeń na rozciąganie od występowania niezgodności spawalniczych. Na podstawie wyników pomiarów Autor zaobserwował, że największą wytrzymałością na rozciąganie charakteryzują się połączenia o numerach SPIV i SPV, w których nie zaobserwowano istotnych niezgodności spawalniczych. Natomiast najniższą wytrzymałość i twardość wykazały połączenia SPI i SPII, w których ujawniono szereg niezgodności wewnętrznych oraz zewnętrznych.

3. Analiza merytoryczna pracy

Recenzowana rozprawa doktorska pt. „Badanie wpływu parametrów spawania stopu aluminium AW 5754 metodą TIG na jakość spoiny”, poświęcona jest określeniu właściwych parametrów spawania umożliwiających otrzymanie spoiny o jak najmniejszej ilości niezgodności spawalniczych i o jak najlepszych parametrach wytrzymałościowych. Zasadność podjęcia tematu pojawiła się w wyniku analizy uszkodzeń eksploatacyjnych połączeń spawanych występujących w elementach statków powietrznych oraz po wnioskach wynikających z rozpoznania literaturowego tematu spawania stopów aluminium.

Problematyka badań tej rozprawy oparta została na sformułowanych przez Autora następujących spostrzeżeniach:

- w literaturze przedmiotu jak i w technologiach spawania i Instrukcjach Technologicznych Spawania podawane są ogólne, stosunkowo mało precyzyjne i szerokie wartości parametrów procesu;
- ustalenie poprawnych parametrów spawania wymaga wielu prób zarówno ze względu na pojawiające się wady zewnętrzne spoiny, jak i niezadowalające wyniki prób wytrzymałościowych;
- istnieje pozorne uzależnienie jakości spoiny od kwalifikacji spawacza wynikające z oceny spoiny na podstawie wad zewnętrznych, co doprowadza często do fałszywych wniosków generowanych w oparciu o wygląd zewnętrzny spoiny;
- brak możliwości oceny wad wewnętrznych bezpośrednio na stanowisku spawalniczym, gdzie jedynym kryterium jest ocena wad zewnętrznych;
- istnieje możliwość ograniczenia zużycia materiału przeznaczonego do wykonania spawów próbnych oraz odciążenie stanowiska do wykonania prób wytrzymałościowych.

Uważam, że uzasadnienie podjęcia tematu recenzowanej pracy doktorskiej oparte zostało na wynikach wnikliwej analizy stanu wiedzy w obszarze tematu rozprawy i jest kompleksowe i pełne.

Wskazana problematyka rozprawy i jej krótkie uzasadnienie przekonują o słuszności postawionej przez Autora postawionej hipotezy:

„Istnieje możliwość modernizacji procesu spawania stopu aluminium metodą TIG poprzez taki dobór parametrów, który zapewni minimalizację wad mikrostruktury spoiny, oraz zwiększy jej wytrzymałość na statyczne rozciąganie”.

Z tak sformułowanej hipotezy wynika cel główny, który w ramach realizacji rozprawy Autor rozdzielił na następujące cele:

Cele naukowy - ustalenie zależności i związków pomiędzy parametrami procesu spawania metodą TIG, a niezgodnościami spawalniczymi i wytrzymałością spoiny elementu ze stopu aluminium z magnezem.

Cele użytkowy - zmodernizowanie procesu spawania metodą TIG stopu aluminium z magnezem AW 5754 w celu minimalizacji niezgodności spawalniczych oraz zwiększenia wytrzymałości spoiny ocenianych nieniszczącymi metodami tomografii komputerowej i radiografii cyfrowej.

Reasumując, stwierdzam, że problem badawczy i obiekt badań są adekwatne do zakresu i celu recenzowanej rozprawy doktorskiej. Badania podstawowe recenzowanej rozprawy obejmują zagadnienia badania niezgodności spawalniczych i wymagań wytrzymałościowych dla różnych spoin stopu aluminium wykonanych metodą TIG - wskazujące, że:

- próba rozciągania złączy spawanych wykonanych metodą TIG jednoznacznie potwierdza wpływ niezgodności spawalniczych na wartość parametrów wytrzymałościowych połączeń;
- ze względu na najwyższą wytrzymałość i najmniejszy potwierdzony badaniem tomograficznym udział wad spawalniczych w spoinach SPIV i SPV należy stwierdzić, że parametry zastosowane do wykonania spoin SPIV i SPV pozwoliły na uzyskanie najlepszych jakościowo złączy doczołowych. Próba rozciągania połączeń SPIV i SPV potwierdziła spełnienie wymagań wytrzymałościowych;
- największy udział niezgodności spawalniczych stwierdzono w spoinach SPI-SPIII co przełożyło się na niższą wytrzymałość połączeń;
- analiza wartości współczynnika korelacji wielorakiej wykazuje pełną zależność pomiędzy twardością spoiny a wytrzymałością (R_m) i (R_e) i udziałem niezgodności w spoinie (U_n).

Uzyskane wyniki po ich opracowaniu statystycznym wskazały na przesłanki umożliwiające opracowanie propozycji zmodernizowanej Instrukcji Technologicznej Spawania, co jest ważnym i oryginalnym osiągnięciem Autora rozprawy.

W recenzowanej rozprawie autor przedstawił wyniki bogatych badań eksperymentalnych potwierdzających wpływ szeregu badanych czynników i parametrów spawania na powstawanie niezgodności spawalniczych, co ma wpływ na postać zmiennej wytrzymałości spoiny. Wieloaspektowe badania teoretyczne i wielowątkowe szerokie badania stanowiskowe jakości spoin stopu aluminium wykonywanych metodą TIG uzasadniają oryginalne dokonania i stwierdzenia Autora rozprawy w zakresie:

- w literaturze przedmiotu jak i opracowanych technologiach spawania stopów aluminium metodą TIG podawane są ogólne, stosunkowo mało precyzyjne wartości parametrów procesu spawania. W związku z powyższym wskazówki zawarte w literaturze przedmiotu traktowano, jako dane wyjściowe do szeregu prób mających na celu dobranie takich parametrów spawania, aby uzyskać połączenie poprawne pod względem niezgodności zewnętrznych i wewnętrznych, a także w zakresie zalecanej wytrzymałości spoiny;
- przeprowadzone badania ograniczone do określenia wpływu kilku wybranych parametrów (tj. gatunku spoiwa, prędkości przepływu gazu osłonowego, balansu oraz natężenia prądu spawania) potwierdziły wpływ parametrów spawania na powstawanie niezgodności spawalniczych;
- stwierdzono, że na jakość spoin istotny wpływ wywierają: natężenie prądu i prędkość spawania, wydatek gazu osłonowego i gatunek spoiwa. Zaobserwowano w tym względzie następujące zależności:
 - zmniejszając się porowatość spoiny przy wzroście wydatku gazu osłonowego;
 - brak przetopu grani przy niskim natężeniu prądu i wysokiej prędkości spawania;
 - zmniejszenie ilości wtrąceń niemetalicznych przy zmianach balansu prądu spawania;
 - zmiany liczby niezgodności wewnętrznych wraz ze zmianami prędkości spawania.
- ustalenie poprawnych parametrów procesu spawania wpływa na ograniczenia zużycia materiału do wykonania spawów próbnych oraz odciążenie stanowiska do wykonania prób wytrzymałościowych w procesie napraw i remontów maszyn i urządzeń;
- wykorzystanie metod diagnostycznych: tomografii komputerowej i radiografii cyfrowej ułatwia ocenę i analizę połączeń spawanych, co skraca proces badawczy spoin i zapewnia uzyskiwanie połączeń o właściwych parametrach wytrzymałościowych;
- w dalszych pracach badawczych dotyczących doskonalenia spawania stopów aluminium metodą TIG warto określić wpływ innych czynników na proces spawania tj. częstotliwości i napięcia prądu przemiennego, średnicy elektrody wolframowej oraz sposobu jej ostrzenia. Badania te powinny zmierzać do określenia relacji między tymi parametrami a rodzajem, wielkością i liczbą niezgodności w spoinie;
- zakłada się, że wyniki tej pracy będą miały korzystny wpływ na:
 - opracowanie i uaktualnienie technologii napraw elementów SP metodą spawania TIG;
 - poprawne projektowanie połączeń spawanych w konstrukcjach ze stopów aluminium;
 - opracowanie instrukcji stanowiskowych dla operatorów-spawaczy;
 - zwiększenie bezpieczeństwa lotów statków powietrznych poprzez uzyskiwanie w czasie napraw połączeń spawanych o większej wytrzymałości.

Przedstawione ważne uogólnienia dokonań recenzowanej rozprawy oraz zawarte w rozprawie szczegółowe wyniki i zaproponowane sposoby ich analizy winny być szczególnie przydatne przy projektowaniu procesów spawalniczych i opracowywaniu nowych technologii spawania aluminium. Dokonania rozprawy tworzą zbiór wartościowych osiągnięć do rozwijania dalszych w tym temacie badań i są istotnym przekazem cennych informacji wzbogacających dotychczasową wiedzę w zakresie wpływu różnych czynników na powstawanie niezgodności spawalniczych.

Z poznawczego punktu widzenia rezultaty pracy pozwalają na:

- ocenę czynników wpływających na jakość połączeń spawanych stopów aluminium;
- doskonalenie metodyki badania jakości spawów wykonywanych w procesie naprawy SP;
- doskonalenie metodyki badań wad i niezgodności wewnętrznych spoiny;
- prognozowanie jakości połączenia na podstawie badań wizualnych, tomograficznych i radiograficznych połączeń spawanych.

Do najważniejszych i oryginalnych osiągnięć recenzowanej rozprawy zaliczam:

- opracowanie zależności pomiędzy parametrami wytrzymałościowymi spoiny ze stopu aluminium AW 5754 a liczbą niezgodności spawalniczych wewnętrznych i zewnętrznych;
- ocenę statystyczną badanych wyników uzyskanych metodą tomografii komputerowej z wynikami radiograficznymi tych samych próbek spawalniczych;
- zastosowanie metody korelacji wielorakiej do oceny zależności parametrów wytrzymałościowych i niezgodności spawalniczych;
- opracowanie współczynnika (U_n) udziału niezgodności w objętości spoiny.

Te uzasadnione w rozprawie stwierdzenia potwierdzają słuszność przyjętej hipotezy i zrealizowanie w całości zadań badawczych rozprawy. Na szczególną uwagę zasługuje także fakt, że Doktorant badał ważne problemy z obszaru doskonalenia metody spawania aluminium, a uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w praktyce inżynierii lotniczej.

Oceniając przedstawioną pracę doktorską warto podkreślić następujące jej walory, do których można zaliczyć:

- zasadność oraz innowacyjność podjętej tematyki badawczej;
- znajomość i umiejętność przedstawienia aktualnego stanu zagadnienia;
- jasno sformułowany przebieg badań własnych, które zrealizował doktorant,
- jasne i dogłębne przedstawienie wniosków z obszaru badań rozprawy.

Podsumowując przedstawione w rozprawie wywody można stwierdzić, że są one zrozumiałe i stanowią logicznie powiązaną całość. Materiał ilustracyjny jest starannie dobrany, a czytelność rysunków nie budzi większych zastrzeżeń. Można uznać, że w całej rozprawie jest przestrzegana zasada jasności i jednoznaczności wyrażania myśli mimo, że są potknięcia w tym względzie.

Treści rozprawy są zgodne z jej tytułem, a układ pracy i w nim kolejne rozdziały są poprawnie nazwane i dają czytelny pogląd na wiedzę w nich zawartą. Literatura została dobrana właściwie do tematu rozprawy, jest wystarczająca i zawiera ogólnie aktualne pozycje. Autor stosuje dobry obyczaj cytowania dokonań innych pisarzy, co ułatwia ocenę jego dokonań w recenzowanej pracy. Przebieg i realizacja rozprawy wykazuje, że Autor posiada duży zasób wiedzy merytorycznej i dobre przygotowanie do prowadzenia samodzielnych badań naukowych.

Autor rozprawy uzyskał prawidłową odpowiedź na sformułowany zakres problemowy w rozprawie i osiągnął zamierzony cel przy pomocy nowoczesnych metod i środków realizacji badań naukowych. Rozprawa w całości jak i w poszczególnych rozdziałach, na tym etapie, nie wymaga uzupełnień. Należy zauważyć ogromny wkład pracy Autora w realizację jakże trudnych i żmudnych zagadnień z obszaru inżynierii spawania oraz poprawny tok rozumowania i nowoczesny sposób wnioskowania merytorycznego w rozprawie.

Recenzowana rozprawa doktorska o szerokim wachlarzu zagadnień badawczych zastała poprawnie zrealizowana i zawiera wiele ciekawych poznawczo i użytkowo dokonania.

4. Uwagi edytorskie

Recenzowana rozprawa stwarza wrażenie opracowania o właściwym poziomie edytorskim, zgodnym z zasadami piśmiennictwa naukowo-technicznego. Nie jest jednak wolna od błędów stylistycznych, językowych, składniowych, interpunkcyjnych, co jest rzeczą oczywistą, gdyż w tego typu opracowaniach trudno jest ustrzec się błędów w ogóle.

Do uwag ogólnych i szczegółowych należy zaliczyć:

- praca zawiera wiele rozwlekłych zapisów w układzie spisu treści, jest zbyt różnicowana objętościowo w poszczególnych rozdziałach, a rozdział podstawowy dotyczący sformułowania problemu rozprawy (uzasadnienie, hipoteza, zakres pracy) jest przedstawiony zbyt późno (50s.);
- błędem jest zastosowana w rozprawie kolejność zapisów dotycząca treści „cel, teza i zakres pracy” gdyż z tezy (hipotezy) wynika cel prowadzonych rozważań czy badań;
- zamienne stosowanie pojęć dotyczące „tezy albo hipotezy” (s.3, s.50, s.52, s.124) oraz wielokrotne zamienne zapisy pojęć „remont – naprawa”, „uszkodzenie – usterka” czy „spawanie – spajanie” są trudne do zaakceptowania;
- stosowane wyliczanie po dwukropku w pracy jest różne (duże albo małe litery, przecinki albo średniki na końcu, albo w ogóle ich brak), a powinno być w całej pracy jednakowe;
- w wykazie literatury istnieją kilka cytowanych pozycji jest bardzo starych, pochodzących z lat 66, 68-3 pozycje, 76);
- nie jest przestrzegana zasada stałych oznaczeń zastosowanego stopu aluminium, bo mylnie podane zostały zapisy: AW 5754; EN AW 5754; EN AN 5754 przywoływane w różnych miejscach rozprawy;
- wiele przytoczonych wzorów podano bez odnośników literaturowych, nie zachowano kolejności prezentacji przywołanych w tekście pracy rysunku (2.1) i tablicy (2.2), a także wiele zapisów z wyróżnikiem (znacznikiem) dolnym typu $U_N = UN$ jest niejednoznaczna.

Zauważone i wskazane niedociągnięcia obejmujące niektóre sformułowania, błędy redakcyjne, niedociągnięcia stylistyczne nie obniżają poziomu pracy. Niemniej jednak podczas publicznej obrony warto poszerzyć i wyjaśnić następujące problemy:

1. Przedstawione dokonania rozprawy dotyczą procesu technologicznego spawania aluminium metodą TIG, a co zmieniłoby się w tym procesie w metodzie A-TIG?
2. Czy istnieje możliwość wyjaśnienia zakresu merytorycznego określeń i zasad ich stosowania dla zapisów: teza – hipoteza; remont – naprawa; usterka – uszkodzenie?
3. Jaka jest praktyczna przydatność wyników rozprawy w doskonaleniu procesów technologicznych spawania w zakładach lotniczych, a także w innych przedsiębiorstwach?

5. Wniosek końcowy

Oceniając całość recenzowanej rozprawy doktorskiej, a w szczególności jej zakres merytoryczny i uzyskane wyniki badań obejmujące:

- atrakcyjność poznawczą i aplikacyjną tematu rozprawy dotyczącego zagadnień kształtowania technologii spawania stopów aluminium metodą TIG;
- jakość przeprowadzonej walidacji i egzemplifikacji rezultatów pracy;

uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Piotra WOŹNEGO pt.: „*Badanie wpływu parametrów spawania stopu aluminium AW 5754 metodą TIG na jakość spoiny*” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określane w Ustawie z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dziennik Ustaw RP nr 65, poz.595).

Pozytywna ocena pracy w zakresie sformułowania i opisu problemu badawczego, realizacji zadań związanych z przeprowadzonymi badaniami, ich poprawnością i poznawczymi wynikami całej pracy wskazują na duży wkład doktoranta w realizację badań oraz powiązanie tematyki pracy z zagadnieniami inżynierii spawania i eksploatacji obiektów złożonych.

Można stwierdzić, że recenzowana rozprawa:

- stanowi samodzielne i dojrzałe opracowanie doktoranta;

- zawiera oryginalne, praktycznie zweryfikowane i zbadane przez Autora zagadnienie naukowe z obszaru technologii spawania aluminium;
- świadczy o posiadanej wiedzy i umiejętnościach posługiwania się nowoczesnymi technikami informatycznymi doktoranta w dyscyplinie, której praca dotyczy;
- przekonuje o przygotowaniu doktoranta do samodzielnego rozwiązywania problemów naukowych w zakresie dyscypliny: Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Biorąc to wszystko pod uwagę stwierdzam, że oceniana rozprawa może być przedmiotem publicznej obrony, co przedkładam Radzie Naukowej ITWL.

Bogdan ŻÓŁTOWSKI
