



Instytut Mechaniki Precyzyjnej
ul. Duchnicka 3,
01-796 Warszawa



Wydział Inżynierii Produkcji
Politechniki Warszawskiej
ul. Narbutta 85
02-524 Warszawa



Akademia Górniczo-Hutnicza
Al. Adama Mickiewicza 30,
30-962 Kraków



WSK "PZL-Rzeszów" SA
ul. Hetmańska 120,
35-078 Rzeszów

Tytuł projektu:

Opracowanie wzorcowych technologii dla procesów lutowania próżniowego stali wysokostopowych i superstopów niklu lutami na bazie Ni oraz Cu części stosowanych w silnikach lotniczych.

Akronim projektu:

AIRBRAZ

Partnerzy konsorcjum:

Instytut Mechaniki Precyzyjnej
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Produkcji
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
WSK "PZL-Rzeszów" SA

Okres realizacji projektu:

30 miesięcy

Wartość projektu/wartość dofinansowania:

2 872 500 PLN/2 872 500 PLN

Opis projektu:

Celem projektu jest opracowanie wzorcowych technologii, oraz stworzenie bazy technologicznej z zakresu właściwości spoin lutowaniczych i lutowania spoiwami z grup Ni-Cr, Ni-Si-B, Ni-Cr-B-Si oraz miedzi, które będą wykorzystywane w WSK Rzeszów do wytwarzania podzespołów silników lotniczych wykonywanych ze stali wysokostopowych oraz stopów niklu.

Przyczyną podjęcia projektu są potrzeby technologiczne i produkcyjne związane z produkcją części do silników samolotowych oraz i remontami jednostek napędowych. W ciągu ostatnich kilku lat zmieniły się wymagania stawiane producentom silników lotniczych takim jak WSK Rzeszów. Do tej pory proces produkcji zakładał wieloseryjną lub średnioseryjną produkcję danego typu silnika na przestrzeni wielu lat. W konsekwencji opracowana technologia wytwarzania określonego wyrobu nie zmieniała się przez długie lata, tym bardziej, że jakiegokolwiek zmiany wymagają długotrwałych badań, procesu kwalifikacji i dopuszczeń. W ostatnim okresie Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego poszerzyła swoją działalność o produkcję nowych typów silników oraz wykonywanie napraw silników dotychczas przez nią nie produkowanych. W związku z powyższym zaistniała potrzeba stworzenia zunifikowanych procesów technologicznych mających zastosowanie dla zmieniającego się profilu produkcyjnego. Do takich technologii zalicza się wysokospecjalistyczny proces lutowania prowadzony w warunkach wysokiej próżni lub w próżni z wykorzystaniem, na pewnym jego etapie, ciśnienia cząstkowego argonu. Procesy te stosowane są głównie do spajania odpowiedzialnych części pracujących zarówno w zimnej jak i gorącej części silnika lotniczego. O wadze problemu najlepiej świadczy fakt, iż 100% wszystkich lutowanych części jest sprawdzanych takimi metodami jak metoda rentgenowska, wideo endoskopowa, magnetyczna i inne. Uzyskanie właściwego połączenia pomiędzy spajanymi materiałami decyduje bowiem o wytrzymałości podzespołu, możliwości pracy w warunkach eksploatacyjnych związanych oddziaływaniem zmiennych wysokich temperatur, środowiska korozyjnego, zmiennych obciążeń itd. Kolejną, bardzo ważną przyczyną podjęcia niniejszej tematyki jest obecna skala poprawkowych procesów lutowania. W WSK Rzeszów około 8000 godzin rocznie



Projekt współfinansowany/finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych

„Opracowanie wzorcowych technologii dla procesów lutowania próżniowego stali wysokostopowych i superstopów niklu lutami na bazie Ni oraz Cu części stosowanych w silnikach lotniczych”, PBS1/B5/11/2012 „AIRBRAZ





przeznaczonych jest na wykonywanie procesów poprawczych. Dla pojedynczych typów części ilość poprawek dochodzi nawet do 90% wolumenu, jednakże średnia ilość poprawek waha się w okolicy 25 %. Generuje to ogromne koszty i dodatkowo zajmuje piece próżniowe, w których oprócz lutowania wykonuje się również inne procesy obróbki cieplnej, przez co spada dostępność urządzeń. Przy przewidywanym wzroście zamówień, koniecznym będzie inwestycja w kolejny piec próżniowy, który mógłby zapewnić swobodny przepływ produkcji. W 2011 roku tylko z powodu wypływek lutowia w miejscach, z których nie było możliwości ich usunięcia cofnięto części do dalszej produkcji uruchamiając ok. 1200 zleceń operacji poprawkowych lutowania.

Pierwszym krokiem w procesie pozyskania wiedzy do opracowania technologii na temat zachowania się materiałów stosowanych w WSK do lutowania była realizacja projektu rozwojowego R1505503 pt. „Zmiany w warstwie wierzchniej stali wysoko stopowych, stopów niklu i stopów tytanu w wyniku procesów próżniowych w podwyższonej temperaturze stosowanych w przemyśle lotniczym” prowadzonego przez Politechnikę Warszawską Wydział Inżynierii Produkcji. W projekcie tym badano oddziaływanie temperatury i wysokiej próżni na skład chemiczny, strukturę i morfologię warstwy wierzchniej materiałów stosowanych w silnikach. Niniejszy projekt będzie kolejnym krokiem, w trakcie którego zostaną przeprowadzone badania umożliwiające uzyskanie niezbędnej wiedzy dla technologów z zakresu oddziaływania czterech różnych typów lutowia na podłoże wykonane z różnych gatunków stali i stopów niklu. Badania będą prowadzone dla skojarzeń materiał-lut-materiał zgodnych z rzeczywistym zastosowaniem w konkretnych rozwiązaniach konstrukcyjnych w silnikach z uwzględnieniem sposobu wytwarzania konkretnej części (np. odlew, blacha, odkuwka) i postaci lutowia (pasta, taśma, drut).

W trakcie realizacji niniejszego projektu badania będą ukierunkowane na uzyskanie informacji dotyczących: zachodzących zmian i zjawisk w spoinie oraz obszarze złącza takich jak zwilżalność i rozplywność lutu, efekt kapilarny, segregacja składników lutu, tworzenie się nowych faz w spoinie, dyfuzja poszczególnych składników. Zostanie zaproponowany sposób przygotowania powierzchni i wielkość szczeliny. Zakres prac, *wykonywanych w projekcie*, będzie obejmował również badanie wpływu sposobu mechanicznego i elektrochemicznego przygotowania powierzchni na efekt lutowania. Jednak najważniejszymi parametrami decydującymi o prawidłowości procesu są czas, temperatura i wielkość próżni lub ciśnienia cząstkowego w całym przedziale czasowym prowadzenia procesu. Z punktu widzenia uzyskania poprawnego połączenia autorzy zamierzają również określić takie parametry jak szybkość nagrzewania, czas oraz temperatura ewentualnych przystanków, temperatura i czas, w którym nastąpi wprowadzenie gazu dla uzyskania określonego ciśnienia cząstkowego, jego wysokość, temperatura i czas lutowania, sposób chłodzenia i inne.

W wyniku realizacji projektu zostaną uzyskane dane niezbędne do opracowania technologii wzorcowych dla wybranych gatunków lutu, co przyczyni się do osiągnięcia głównego celu projektu.

Technologie wzorcowe będą mogły być modyfikowane według opracowanych schematu w przypadku gdy części wykonywane są z tych samych materiałów /lutowie i materiały łączone/ natomiast różnią się konstrukcją i gabarytami co powoduje konieczność zmiany szybkości grzania, przystanków temperaturowych, czasu lutowania itd. Zostanie również określony zakres dozwolonych zmian w parametrach lutowania, zastosowanie których pozwoli na uzyskanie prawidłowych połączeń dopuszczalnych wg dokumentów odbioru technicznego z punktu widzenia jakości złącza.



Instytut Mechaniki Precyzyjnej
ul. Duchnicka 3,
01-796 Warszawa



Wydział Inżynierii Produkcji
Politechniki Warszawskiej
ul. Narbutta 85
02-524 Warszawa



Akademia Górniczo-Hutnicza
Al. Adama Mickiewicza 30,
30-962 Kraków



WSK "PZL-Rzeszów" SA
ul. Hetmańska 120,
35-078 Rzeszów

Na podstawie uzyskanych wyników, będzie stworzony algorytm bazy danych zawierającej dane technologiczne procesu lutowania w próżni, uwzględniająca parametry procesów jak i właściwości materiałowe, stali wysokostopowych i stopów niklu. Zakres projektu obejmuje badania dotyczące czterech grup lutów najczęściej stosowanych do spajania części silników lotniczych w WSK Rzeszów SA. Są to stopy na bazie niklu z grup Ni-Cr, Ni-Si-B, Ni-Cr-B-Si oraz miedź.



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

„Opracowanie wzorcowych technologii dla procesów lutowania próżniowego stali wysokostopowych i superstopów niklu lutami na bazie Ni oraz Cu części stosowanych w silnikach lotniczych”, PBS1/B5/11/2012 ,AIRBRAZ

Projekt współfinansowany/finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych



Program Badań Stosowanych