

Historia natryskiwania cieplnego w WSK PZL – Rzeszów S.A.

History of thermal spraying in WSK PZL – Rzeszów S.A.

Streszczenie

W artykule omówiono początki i rozwój technologii natryskiwania cieplnego w WSK PZL–Rzeszów. Opisano pierwsze urządzenia zastosowane w Zakładzie i podano zarys pierwszych stosowanych technologii i materiałów. Następnie omówiono rozwój produkcji oraz stosowane coraz bardziej nowoczesne urządzenia. Podano krótki zarys prowadzonych procesów i rodzaje natryskiwanych powłok wykonywanych według norm firmy Pratt & Whitney.

Abstract

In the article beginnings and development of Thermal Spraying technology in WSK PZL–Rzeszów were described. Start devices used in the Works were described and outline of first technologies and materials used were shown. Next, progress of production and more and more modern equipment was discussed. Broad outline of processes used and types of sprayed coatings carried out according to the Pratt&Whitney's standards were shown.

Wstęp

Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego PZL – Rzeszów” S.A. jest jednym z największych zakładów branży lotniczej w Polsce. Produkowane są tutaj lotnicze silniki tłokowe, turbinowe i odrzutowe oraz zespoły przenoszenia napędu dla śmigłowców. Przy produkcji napędów lotniczych wymagane są najnowocześniejsze technologie wytwarzania. Jedną z takich technologii jest natryskiwanie termiczne.

Początki technologii natryskiwania w WSK sięgają lat 50-tych ubiegłego stulecia, a w procesie regeneracji części maszyn stosowano wówczas prosty pistolet płomieniowy do natryskiwania drutem. W Zakładzie Remontowym proces ten nazywano *shoopowaniem*.

Prawdziwy początek stosowania procesu natryskiwania w WSK PZL – Rzeszów związany jest z zakupem w 1978 r. zestawu urządzeń do natryskiwania firmy METCO (rys. 1).

Zakupiony zestaw obejmował następujące elementy:

- system natryskiwania plazmowego 7M,
- system natryskiwania płomieniowego proszkiem,
- system natryskiwania płomieniowego drutem,
- szafę wentylacyjną,
- układ mocowania części (oś pozioma i pionowa),
- układ przesuwu pistoletów,
- kabinę dźwiękochłonną.

System natryskiwania plazmowego 7M składa się z następujących elementów: źródła prądu 7MR, chłodnicy, konsoli sterującej 7MC, podajnika proszku 3 MP, pistoletów 7MB oraz 7 MXT (rys. 2, 3).

Mgr inż. Stanisław Dudek – kierownik programu,
mgr inż. Tadeusz Gancarczyk – kierownik programu
WSK PZL – Rzeszów S.A., **mgr inż. Paweł Sosnowy**
– specjalista metalurg



Rys. 1. System natryskiwania 7M

Fig. 1. 7M Spraying System



Rys. 2. Konsola sterująca 7MC

Fig. 2. 7MC Control Console



Rys. 3. Pistolet 7MB

Fig. 3. 7MB Spray Gun

System natryskiwania płomieniowego proszkiem składa się z szafy sterującej przepływami gazów, podajnika proszku 3MP oraz pistoletu 6P.

System natryskiwania płomieniowego drutem obejmuje szafę sterującą przepływami gazów procesowych oraz dwa pistolety – ręczny 10E oraz maszynowy 5K. Pistolet ręczny wyposażony jest w pneumatyczny podajnik drutu, natomiast pistolet maszynowy zawiera podajnik z silnikiem elektrycznym. Oba pistolety umożliwiają natryskiwanie powłok z drutów o średnicach 1,6 oraz 3,2 mm, a także prętów o średnicy 6 mm. Pracownik w czasie realizacji procesu natryskiwania przebywał w kabinie i był wyposażony w sprzęt ochrony osobistej.

Urządzenia te były wykorzystywane zarówno do procesów regeneracji, jak i do wytwarzania powłok na częściach nowych.

System natryskiwania plazmowego był stosowany do wytwarzania powłok z proszków metalowych oraz ceramicznych. Wykorzystując posiadany sprzęt, opracowano parametry wytwarzania ceramicznych powłok uszczelniających dla tytanowych kadłubów sprężarki silnika TWD 10B. W początkowym etapie powłoka uszczelniająca wykonywana była metodą natryskiwania płomieniowego ze spiekanych prętów. Proces ten wymagał oddzielnego natryskiwania powłok na obu połówkach kadłuba ze względu na konieczność użycia pistoletu 5K. W ramach współpracy z Politechniką Wrocławską opracowano technologię wytwarzania proszku „Grafit-Nikiel”, a następnie technologię plazmowego natryskiwania powłoki uszczelniającej dla kadłubów sprężarki.



Rys. 4. Kadłub sprężarki
Fig. 4. Compressor body



Rys. 5. System SULZER METCO A3000 S
Fig. 5. SULZER METCO A3000 S System

Powłoka została wykonana z użyciem pistoletu 7MXT przeznaczonego do natryskiwania powłok na wewnętrznych powierzchniach otworów. Natryskiwanie powłoki wykonywano na pełnym kadłubie zmontowanym z przekładkami rozdzielającymi (rys. 4).

Powłoki uszczelniające z proszków „Nikiel-Grafit” oraz Ni-Cr-BN na średnice zewnętrzne natryskiwano za pomocą pistoletu płomieniowego proszkowego 6P.

Wraz z rozwojem współpracy z Pratt&Whitney Kanada pojawiło się wymaganie zapewnienia pełnej powtarzalności parametrów natryskiwania. Równocześnie wzrosły wymagania dotyczące ochrony pracowników realizujących proces natryskiwania. W celu spełnienia tych wymagań w WSK podjęto decyzję o zakupie nowego, sterowanego komputerowo, zrobotyzowanego stanowiska do natryskiwania. W 1995 roku zakupiono od firmy SULZER METCO system A3000 S (rys. 5).

System obejmował:

- dźwiękoszczelną kabinę do natryskiwania,
- stół obrotowy z możliwością przechyłu,
- robot do manewrowania pistoletami do natryskiwania,
- źródło prądu,
- wymiennik ciepła,
- komputerowe sterowanie A3000,
- podajnik proszku,
- pistolety plazmowe F4 i SM F1,
- pistolet CDS 100 do procesu natryskiwania HVOF.

System ten umożliwia automatyczną realizację procesu natryskiwania i nadzorowany jest przez system sterowania komputerowego wg wcześniej opracowanych parametrów.

Zakup nowoczesnego, jak na ówczesne czasy, systemu pozwolił na wprowadzenie do programu produkcyjnego wielu różnorodnych powłok. Standardem w WSK stało się natryskiwanie powłok typu TBC *Thermal Barrier Coating*. W ramach współpracy z Politechniką Śląską opracowano i wdrożono powłokę typu TBC dla komory spalania silnika PZL 10W służącego do napędu śmigłowca Sokół (rys. 6).

Wraz ze wzrostem zastosowania powłok natrykiwanych równolegle następował rozwój zaplecza laboratoryjnego. Laboratorium Metalograficznym WSK dokonuje obecnie pełnej oceny powłok natrykiwanych zarówno pod kątem przyczepności powłoki do podłoża, jak i oceny mikrostruktury powłoki. W celu zapewnienia prawidłowej oceny mikrostruktury powłok natrykiwanych opracowano odpowiedni



Rys. 6. Komora spalania z powłoką TBC
Fig. 6. Combustion chamber with TBC coating



Rys. 7. Wyposażenie laboratorium metalurgicznego
Fig. 7. Metallurgical Laboratory Equipment

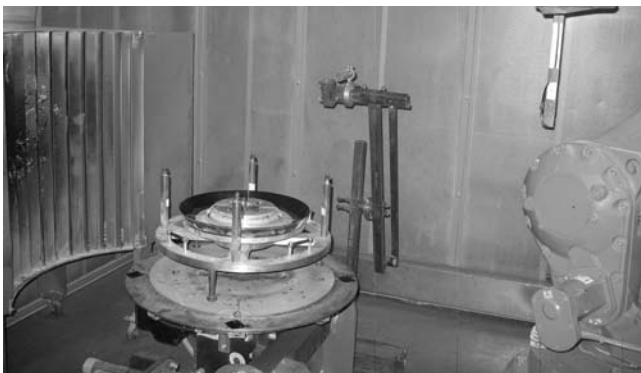


zestaw parametrów szlifowania i polerowania zgładów metalograficznych. Do przygotowania właściwej jakości zgładów metalograficznych stosowane są urządzenia firmy Struers (rys. 7).

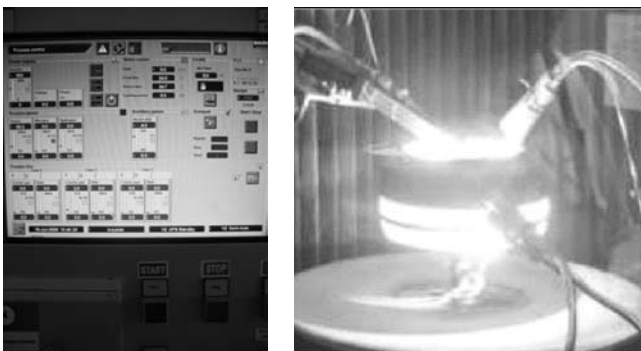
Dzięki wdrożeniu systemu A3000 S nastąpił szybki rozwój natryskiwania plazmowego powłok metalicznych i ceramicznych dla P&W Kanada. Prywatyzacja Zakładu w 2002 roku spowodowała znaczny wzrost ilości części zawierających powłoki natryskiwane plazmowo. Konieczna więc stała się rozbudowa zaplecza związanego z tym procesami.

W 2005 roku zakupiono nowoczesny system natryskiwania firmy SULZER METCO typu MULTICOAT (rys. 8), a w 2006 roku zrobotyzowany system natryskiwania firmy Thermico GmbH (rys. 9).

Na początku 2007 roku zainstalowano w WSK zrobotyzowany system do usuwania powłok przy użyciu strumienia wody pod dużym ciśnieniem – WATER JET (rys. 10).



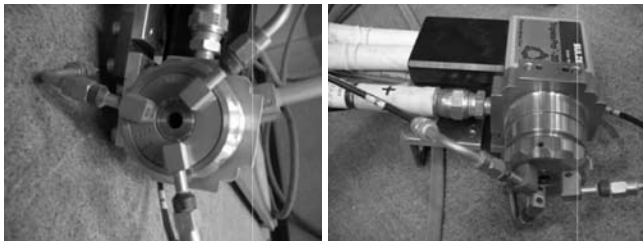
Rys. 9. System THERMICO GmbH
Fig. 9. THERMICO GmbH System



Rys. 8. System natryskiwania MULTICOAT
Fig. 8. Spraying System of the MULTICOAT



Rys. 10. Urządzenie do usuwania powłok natryskiwanych plazmowo
Fig. 10. Device for Removal of Plasma Sprayed Coatings



Rys. 11. Pistolet TRIPLEX PRO 200
Fig. 11. TRIPLEX PRO 200 Spray Gun

Ostatnim zakupionym systemem natryskiwania plazmowego jest kolejny system z firmy SULZER METCO typu MULTICOAT zakupiony w 2007 roku. W ramach rozwoju procesu natryskiwania plazmowego w 2009 roku zakupiono też trójelektrodowy pistolet TRIPLEX PRO 200 (rys. 11).

Przygotowanie powierzchni

Przygotowanie powierzchni do procesu natryskiwania obejmuje: mycie, zabezpieczanie oraz oczyszczanie strumieniowo-ściernie.

Mycie

Proces jest wykonywany w wodnych myjkach ultradźwiękowych natryskowych lub zanurzeniowych z wykorzystaniem środków biodegradowalnych.

Zabezpieczanie

Realizowane jest z wykorzystaniem oprzyrządowania, taśm oraz past ochronnych. Dla części o dużej objętości stosowane są trwałe przyrządy ochronne wykonane z metalu lub tworzyw sztucznych. Do pojedynczych części często używane są taśmy zabezpieczające wykonane z włókna szklanego. Są one równocześnie wykorzystywane jako zabezpieczenie w trakcie procesu natryskiwania. Jako zabezpieczenia w procesie natryskiwania używa się również past zabezpieczających (Metco Anti-bond).

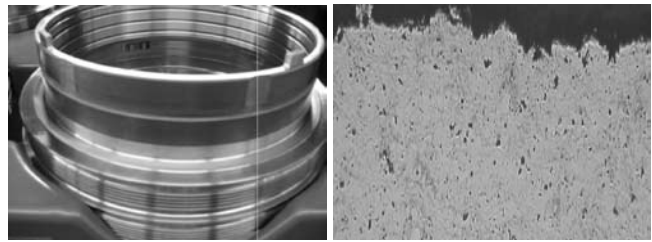
Oczyszczanie strumieniowo-ściernie

Proces realizowany jest w urządzeniach typu ssącego. Stosowane są dwie oczyszczarki ręczne oraz dwie oczyszczarki zmechanizowane. Jako medium robocze używany jest elektrokorund Al_2O_3 o ziarnistości 60 i 46. Na rysunku 12 przedstawiono jedną z oczyszczarek automatycznych AUER stosowanych w WSK do przygotowania powierzchni przed procesem natryskiwania plazmowego.

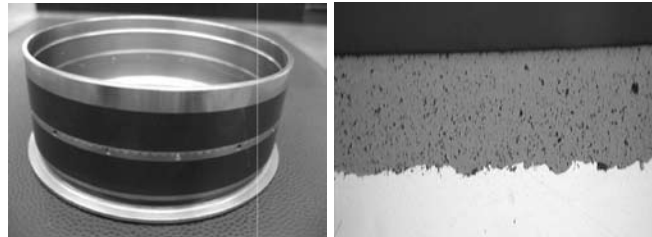


Rys. 12. Piaskownica mechaniczna firmy AUER

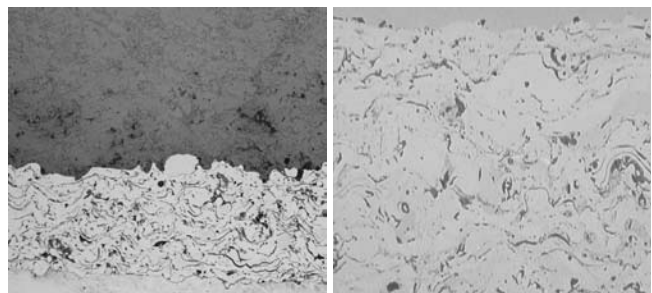
Fig. 12. Mechanical Sand-Box of AUER Company



Powłoka z węgla chromu – pow. 200x



Powłoka z tlenku chromu – pow. 200x

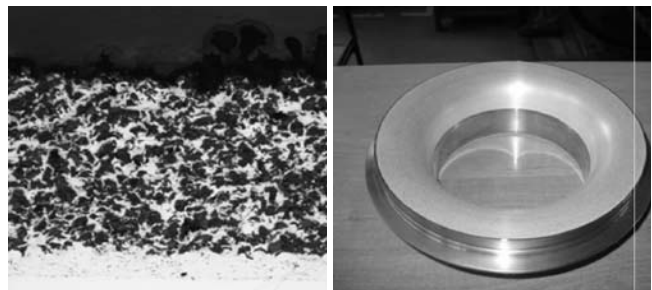


Powłoka TBC (pow. 200x)

Powłoka ze stopu Ni-Cr-Al-Y (pow. 500x)



Przykłady elementów z wytworzoną na nich powłoką TBC



Powłoka ściernalna (poliester – stop aluminium) (pow. 200x)



Powłoka metaliczna – molibden (pow. 200x)

Rys. 13. Przykłady mikrostruktur i ich zastosowanie
Fig. 13. Examples of microstructures and their application

