

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

ZB 10 Nowoczesne powłoki barierowe na krytyczne części silnika

ZB10 Modern barrier covers on critical engine parts

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Rzeszowski

Sposób zwiększenia trwałości elementów silnika lotniczego z wykorzystaniem systemu TRIPLEX PRO 200

Method for increasing the durability of aircraft engine components with TRIPLEX PRO 200 system

W ramach wymienionego rozwiązania opracowanie parametrów nanoszenia na powierzchnię elementu turbiny, wykonanego z żarowytrzymałego stopu niklu metodą precyzyjnego odlewania lub kształtowania metodą obróbki plastycznej (łopatki turbiny, komory spalania), powłokowej bariery cieplnej wytworzonej metodą natryskiwania cieplnego (APS) z wykorzystaniem nowoczesnego systemu TRIPLEX PRO 200 zapewniającego wysoką powtarzalność parametrów oraz mikrostruktury powłoki w kolejnych procesach natryskiwania. W wyznaczonych obszarach łopatek lub komory spalania wytwarza się otwory metodą drążenia laserowego przez warstwę ceramiczną, międzywarstwę oraz materiał łopatki.

Within the aforementioned solution parameters were developed for deposition of thermal barrier coatings using a TRIPLEX PRO 200 providing high repeatability of parameters and coating microstructure in subsequent spraying processes. The parameters were developed for deposition of coatings on the surface of turbine components made of high temperature nickel alloy produced by precision casting or forging methods (turbine blades and combustion chambers). In marked areas of blades and combustion chambers holes are laser drilled through the ceramic layer, bond coating and the blade material.

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego

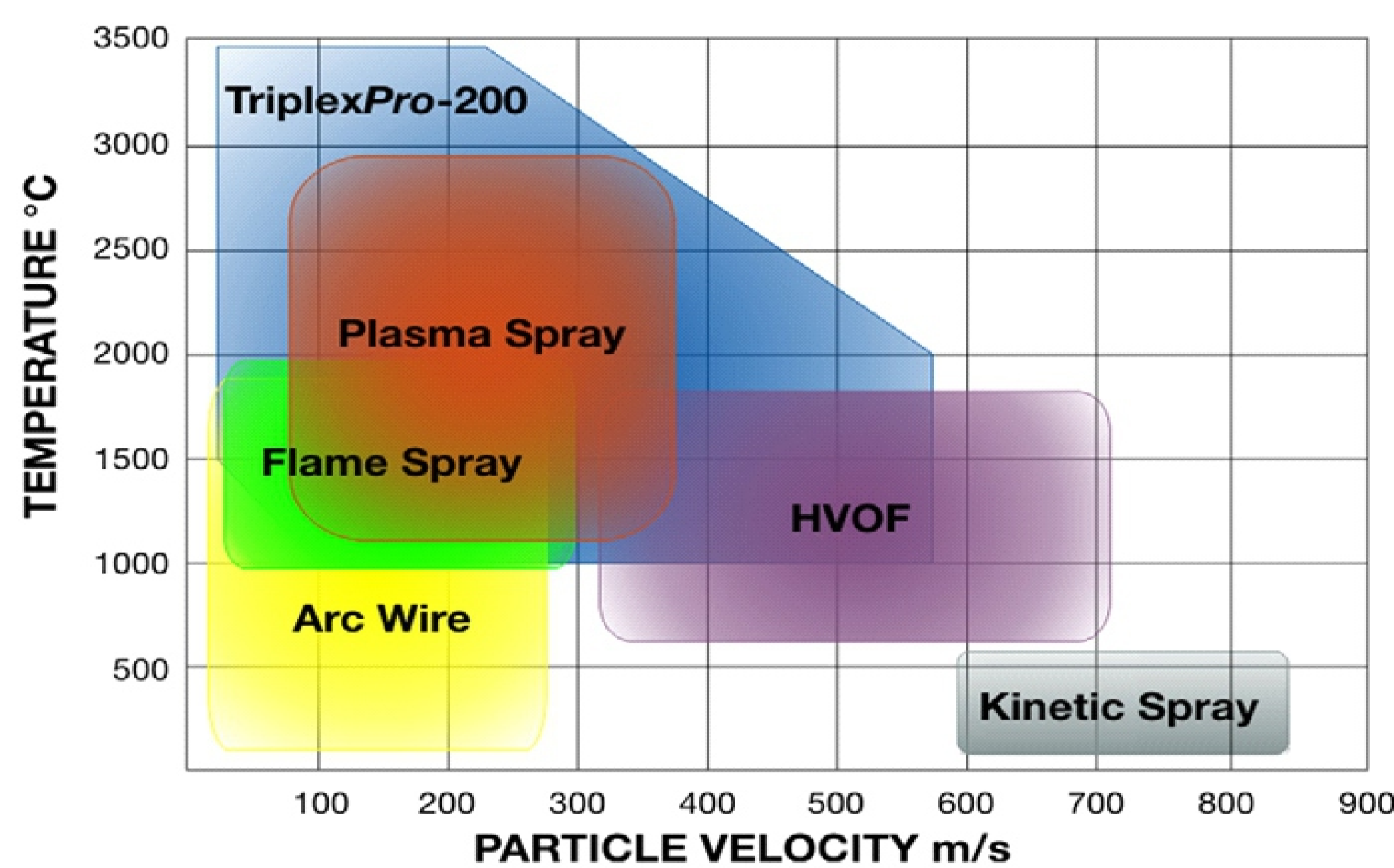
Advantages and restrictions of innovative solution

Wysoka powtarzalność parametrów natryskiwania w stosunku do dotychczas stosowanych metod natryskiwania plazmowego, zwiększenie trwałości łopatek kierujących oraz komór spalania w turbinowych silnikach lotniczych, możliwość zwiększenia trwałości wybranych elementów silników samochodowych.

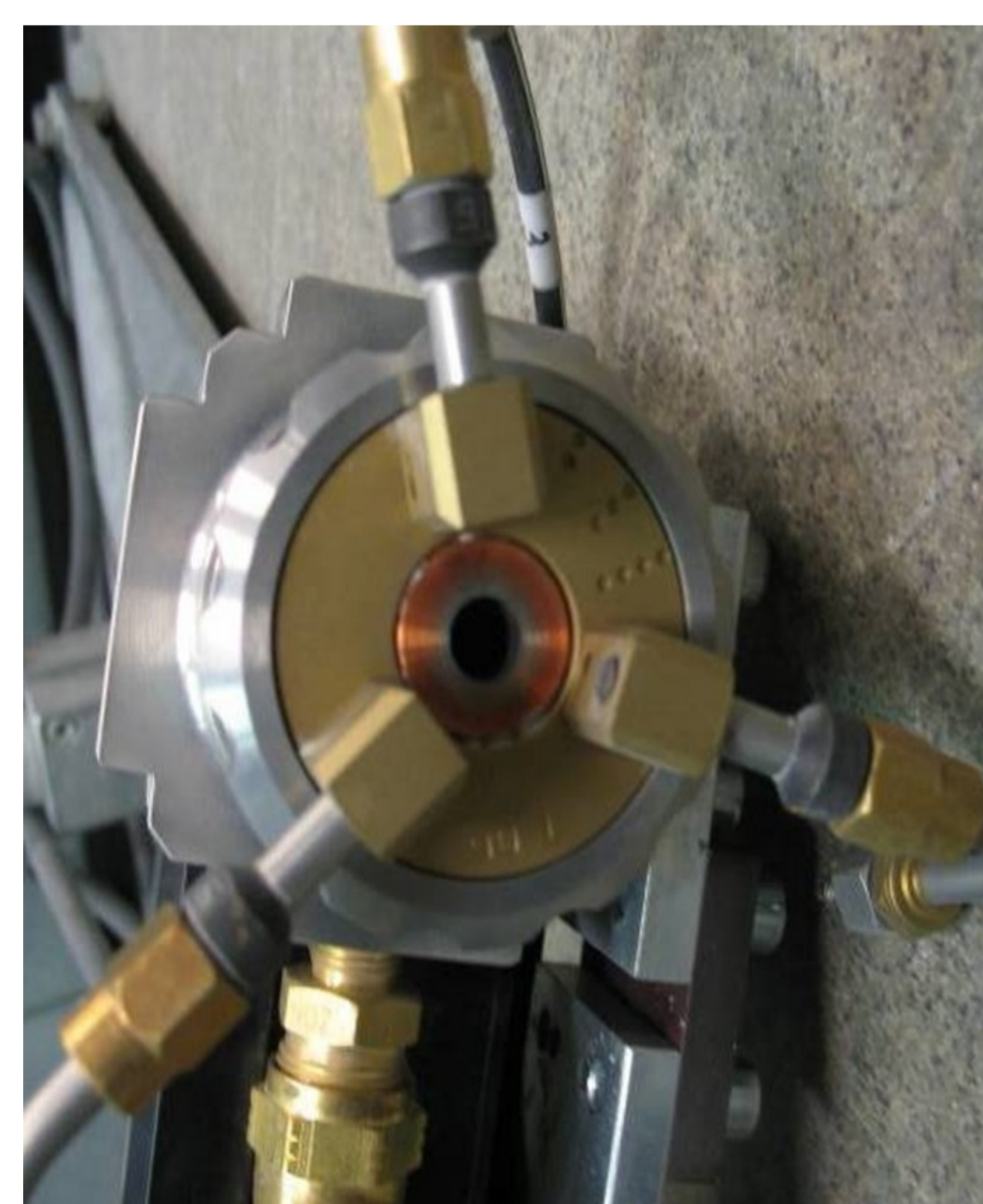
High repeatability of spraying process parameters in comparison to hitherto applied plasma spraying methods, increase of durability of vanes and combustion chambers used in turbine aircraft engines, the possibility to increase the durability of selected car engine components.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego

Visualization of the innovative solution



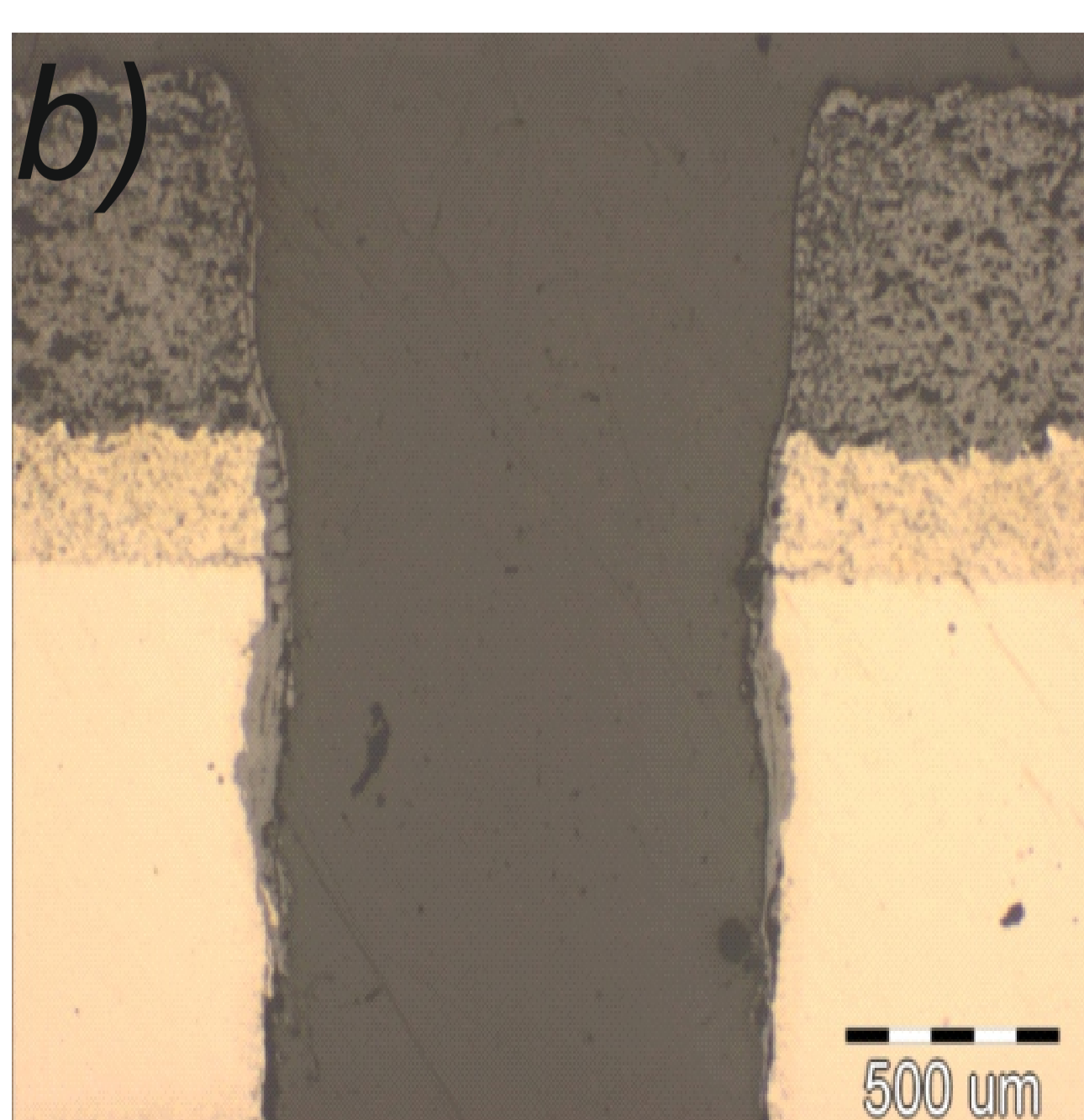
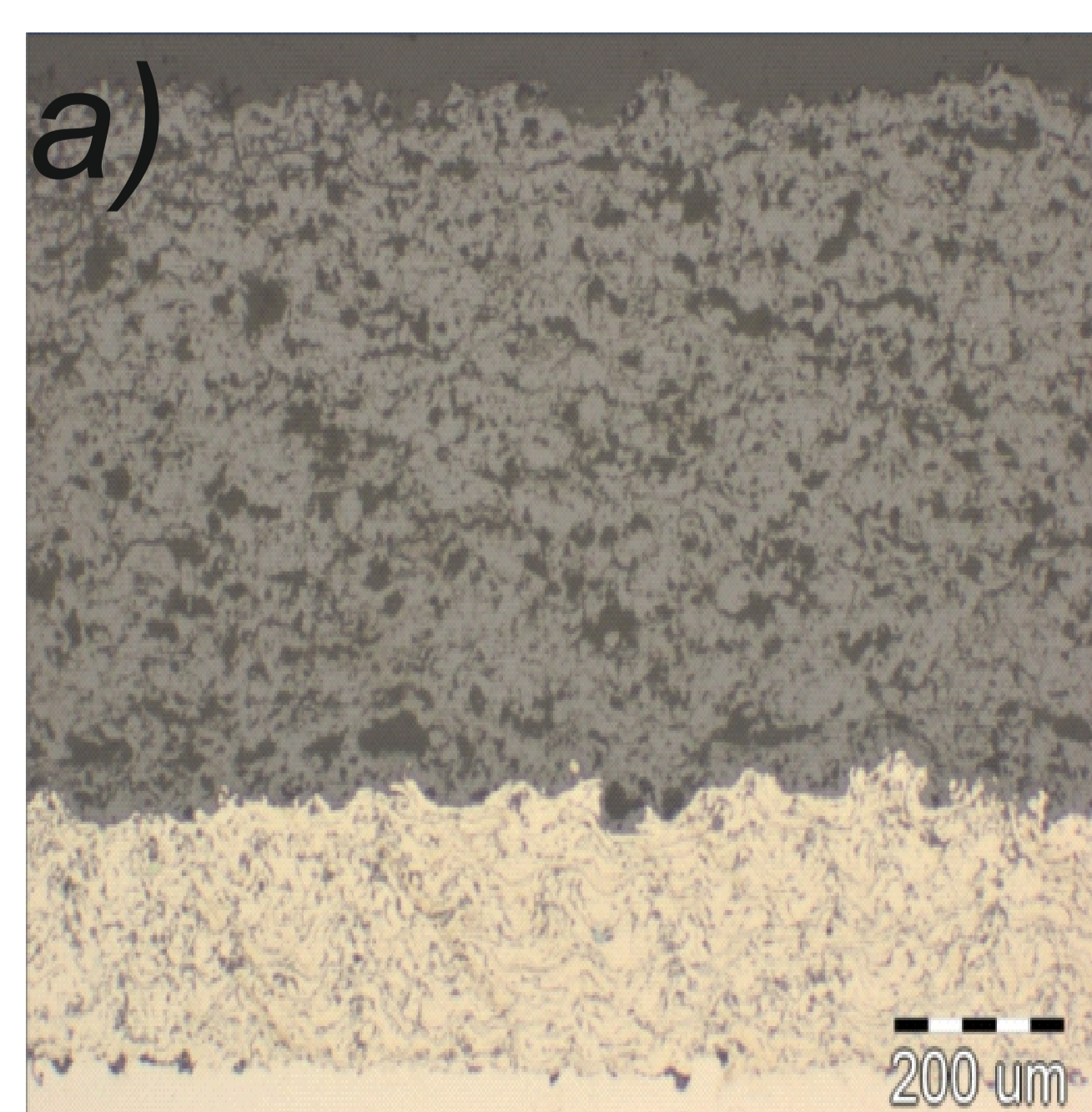
Porównanie parametrów i metod natryskiwania cieplnego
Comparison of thermal spraying parameters and methods



Głowica pistoletu TRIPLEX PRO200
TRIPLEX PRO200 gun head



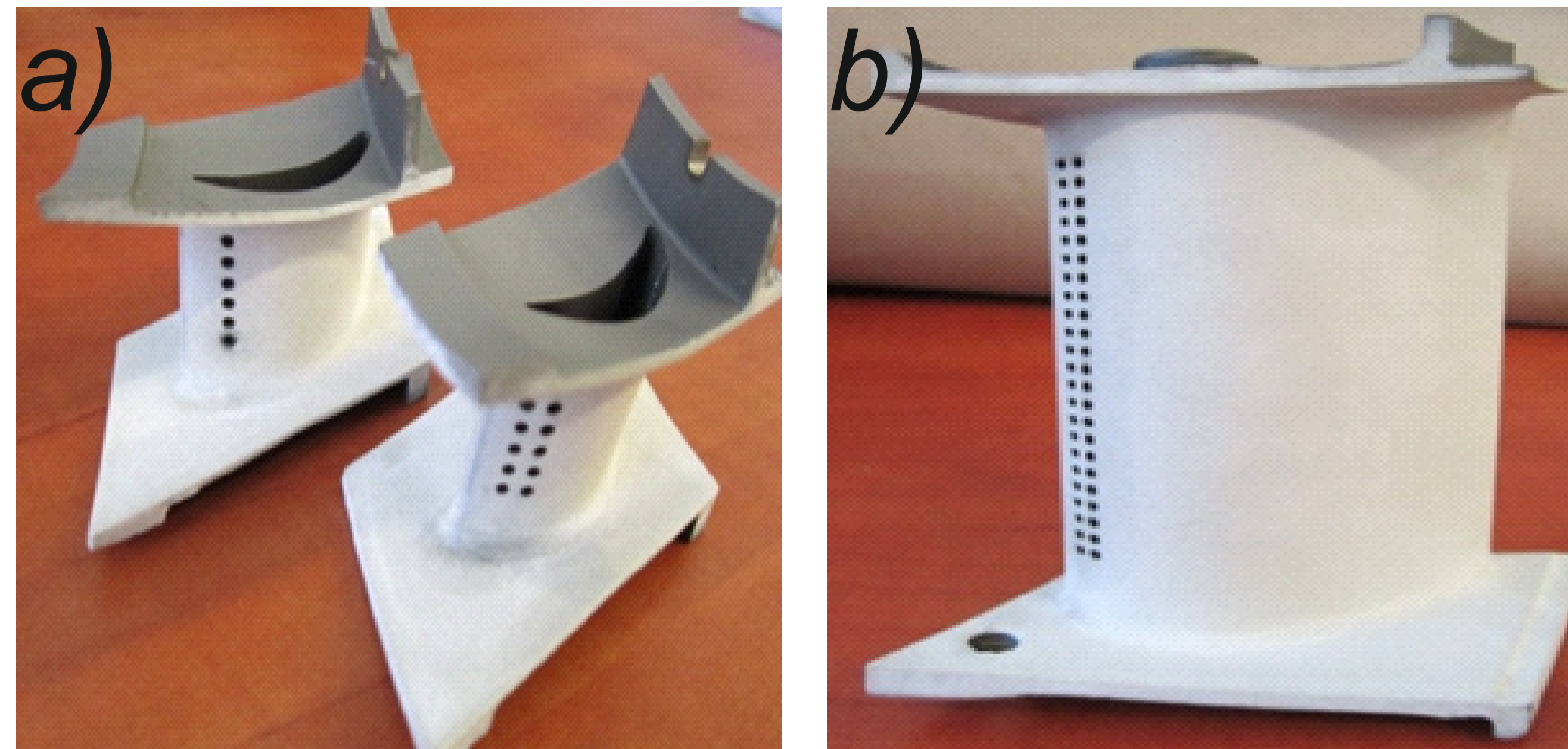
Robot sterujący procesem natryskiwania
Robot control of thermal spraying process



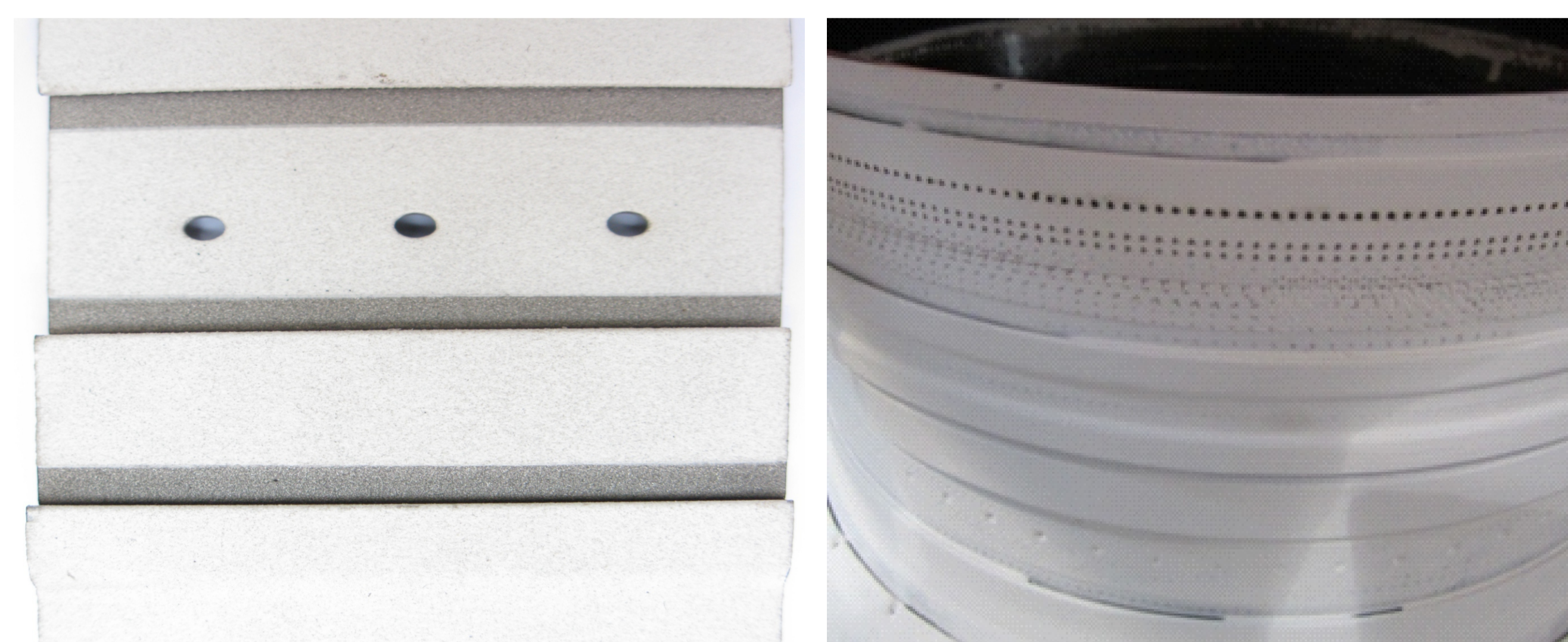
Mikrostruktura powłokowej bariery cieplnej a) otwór wydrążony laserem b)
Thermal barrier coating microstructure a) hole made by laser b)

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych galeziach gospodarki

Examples of application in aviation and other branches



Łopatki turbiny silnika a) turbinowego śmigłowca i b) turbodozowego samolotu
Turbine blades a) turbojet helicopter and b) turbojet aircraft



Komora spalania silnika lotniczego z barierą cieplną
Combustion chamber with thermal barrier coating

Podstawy technologii międzywarstw pod powłokowe bariery cieplne EB-PVD

Technology basics for deposition of bondcoats for Thermal Barrier Coatings obtained by EB-PVD

Rozwiązanie dotyczy opracowania podstaw technologii otrzymywania powłokowych barier cieplnych. Międzywarstwa aluminikowa modyfikowana jest pierwiastkami szlachetnymi. Cechą rozwiązania są parametry wytwarzania międzywarstwy oraz parametry obróbki cieplnej przed naniesieniem warstwy ceramicznej metodą EB-PVD w celu uzyskania wysokich właściwości eksploatacyjnych silnika lotniczego lub turbiny gazowej.

The solution concerned development of technological basics for deposition of thermal barrier coatings. The aluminate bond-coating is modified with noble elements. A part of the solution are the parameters for production of the bondcoating and heat treatment parameters prior to deposition of the ceramic layer with EB-PVD method in order to obtain high service properties of the jet engine or a gas turbine.

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego

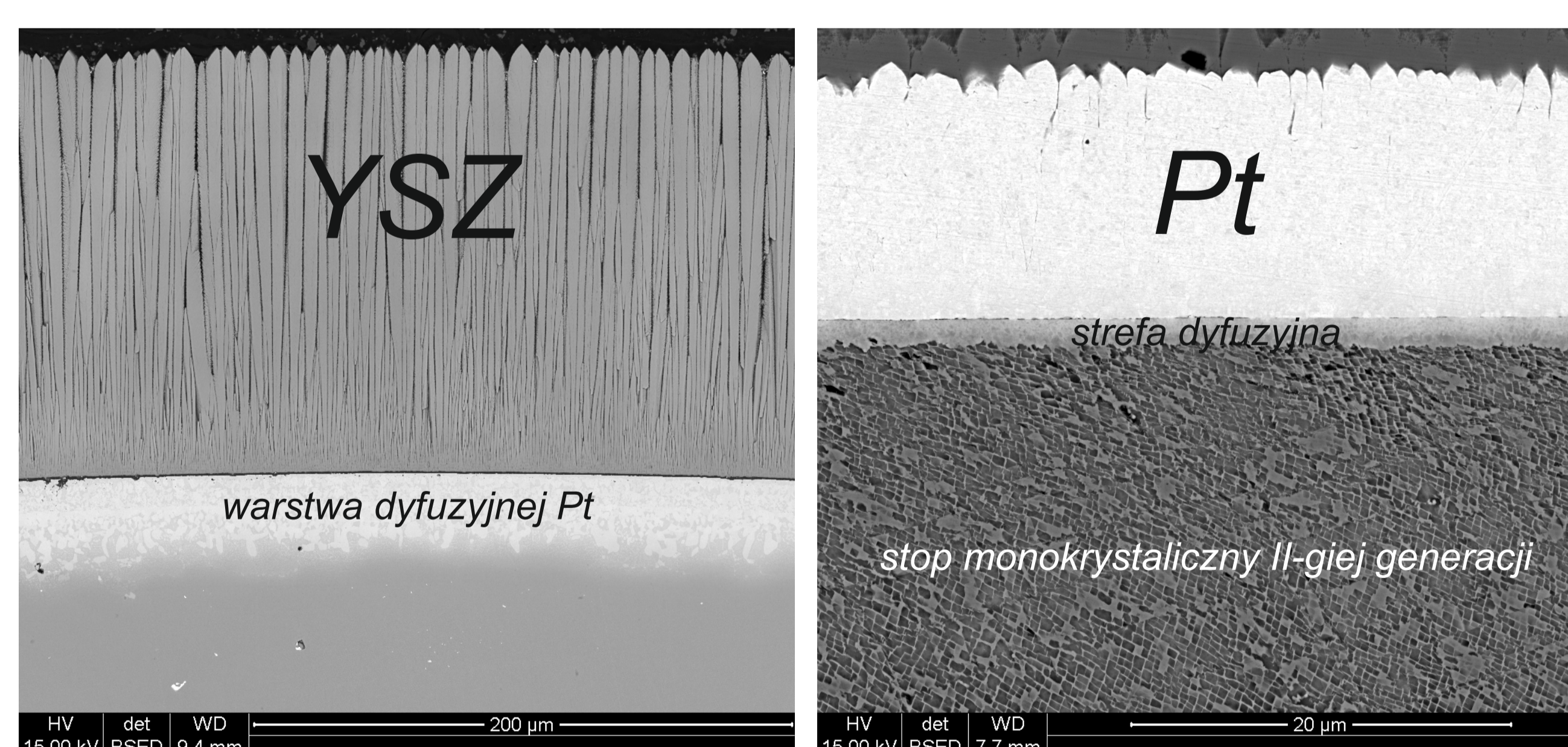
Advantages and restrictions of innovative solution

Znaczące zwiększenie trwałości łopatek turbiny wysokiego ciśnienia, możliwość zwiększenia temperatury i czasu eksploatacji łopatek.

Significant increase of high pressure turbine blades durability, possibility to increase temperature and time of blades service.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego

Visualization of the innovative solution

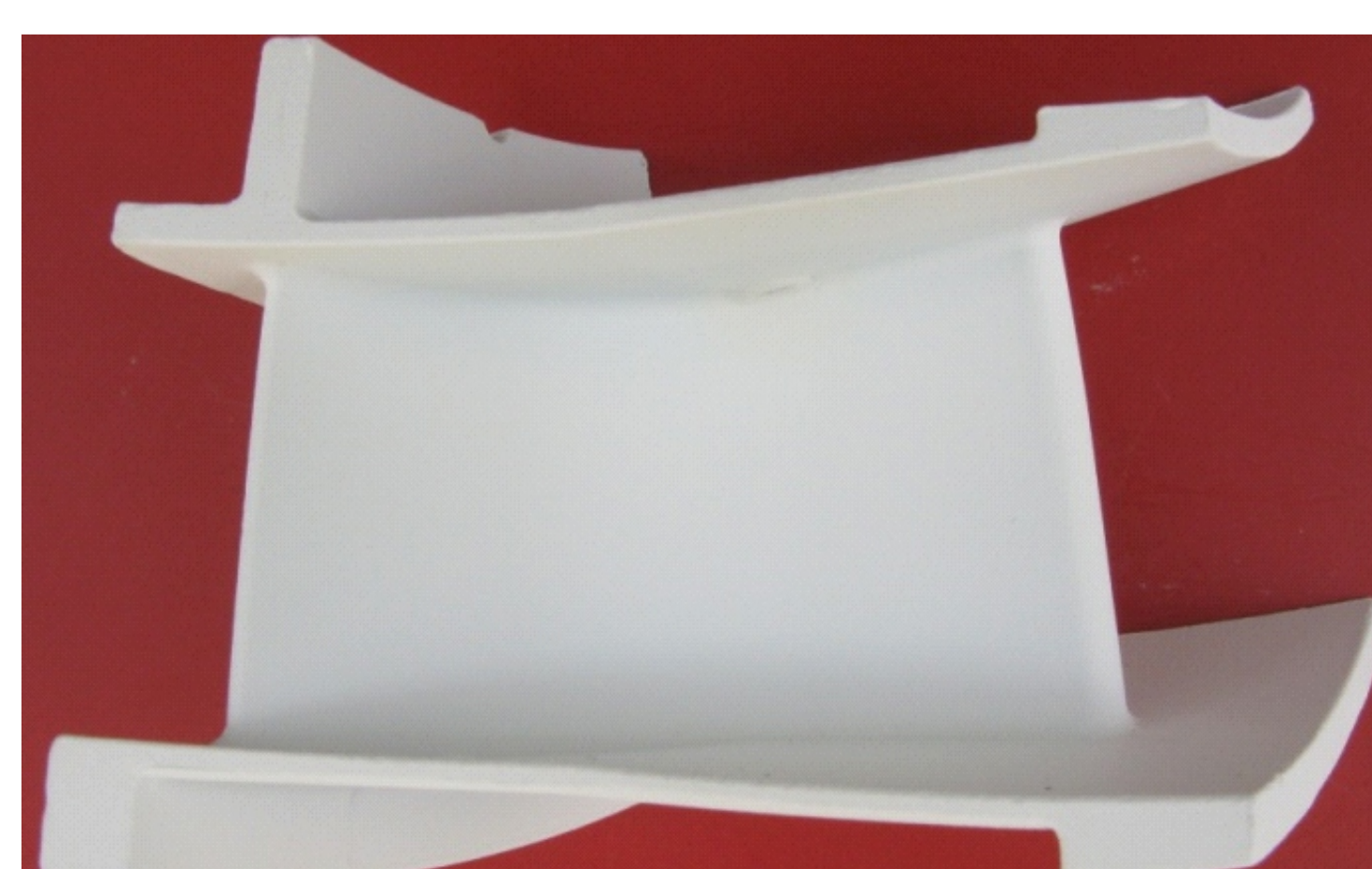


Mikrostruktura powłokowej bariery cieplnej TBC wytworzona metodą EB-PVD
Microstructure of a thermal barrier coating TBC produced by EB-PVD

Mikrostruktura warstwy platyny po procesie osadzania
Microstructure of the platinum layer after deposition process

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych galeziach gospodarki

Examples of application in aviation and other branches



Łopaska kierująca turbiny silnika lotniczego z powłokową barierą ceramiczną wytworzoną metodą EB-PVD oraz modyfikowaną platyną międzywarstwą
Turbine vane of aircraft engine with a ceramic barrier coating prepared by EB-PVD and modified platinum bondcoat

Podstawy technologii wytwarzania powłok żaroodpornych na stopach wysokotopliwych zwłaszcza na stopach niobu

Technology basics for deposition of high temperature coatings on refractory metal alloys, mostly niobium alloys

Stopy metali wysokotopliwych charakteryzują się bardzo wysokimi właściwościami mechanicznymi w wysokiej temperaturze, przeważającymi pod tym względem stopy niklu. Wadą tych stopów jest mała odporność na utlenianie w wysokiej temperaturze i skłonność do korozji katastrofalnej. Opracowano podstawy technologii oraz oprzyrządowanie do wytworzenia powłok ochronnych na stopach niobu i molibdenu zwiększające w znaczący sposób odporność na oddziaływanie wysokiej temperatury. Technologia bazuje na wytworzeniu na powierzchni elementu, powłoki ochronnej o grubości do 150 mikrometrów a następnie przeprowadzeniu obróbki cieplnej w atmosferze ochronnej. Otrzymana powłoka wytrzymuje kilkaset godzin w temperaturze 1200°C

Refractory metal alloys are characterized by very good mechanical properties at high temperature which are superior to nickel alloys. The drawback of these alloys is their low high temperature oxidation resistance and susceptibility to catastrophic corrosion. Technological basics as well as equipment were developed for deposition of protective coatings on niobium and molybdenum alloys significantly increasing their resistance to high temperature. The technology is based on deposition of a up to 150 micrometers thick protective coating on the components surface and execution of subsequent heat treatment in protective atmosphere. The obtained coating withstands several hundred hours at 1200 °C

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego

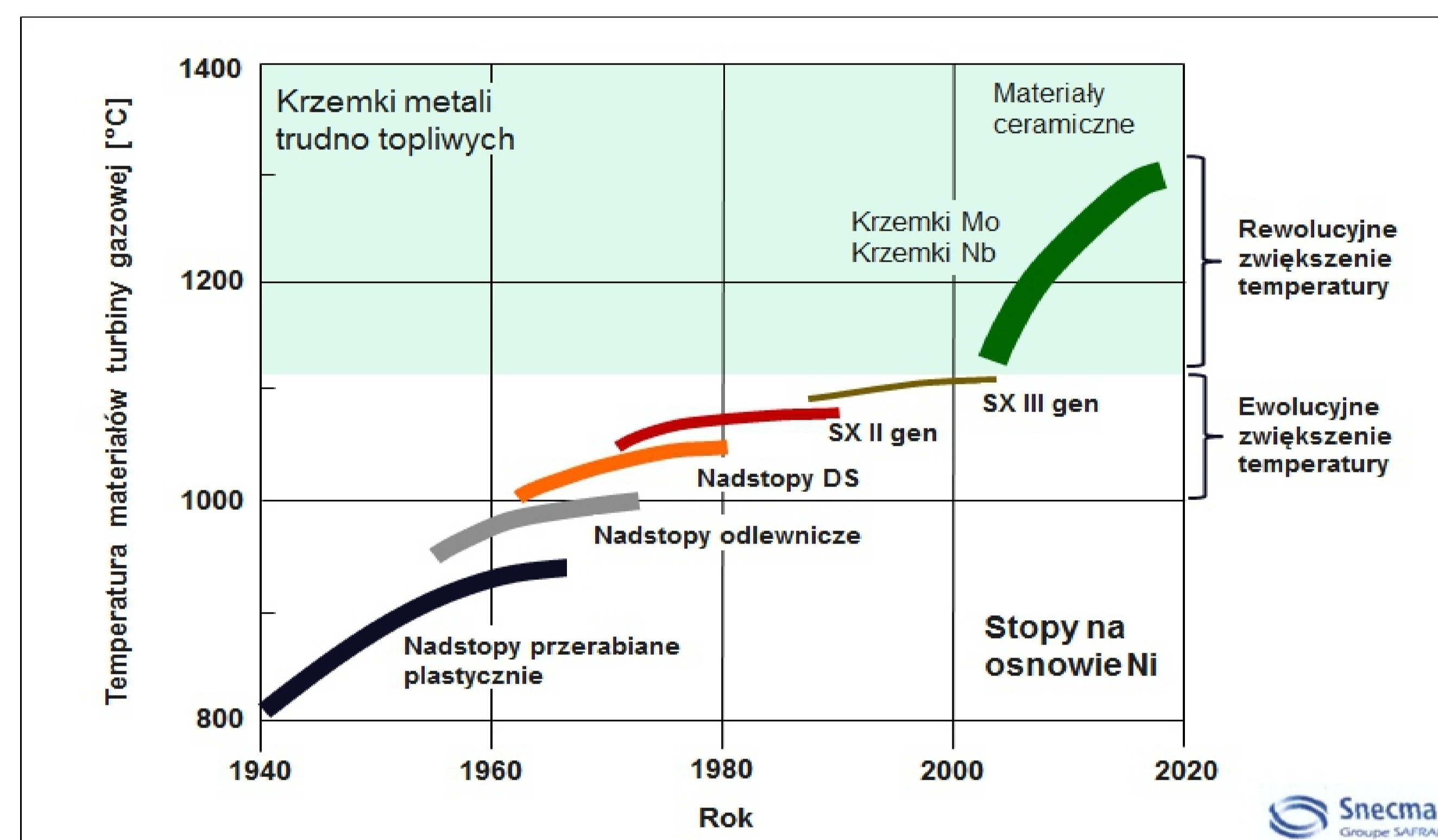
Advantages and restrictions of innovative solution

Prosta technologia, możliwość wytwarzania elementów ze stopów mogących pracować w temperaturze wyższej niż temperatura stosowania stopów niklu.

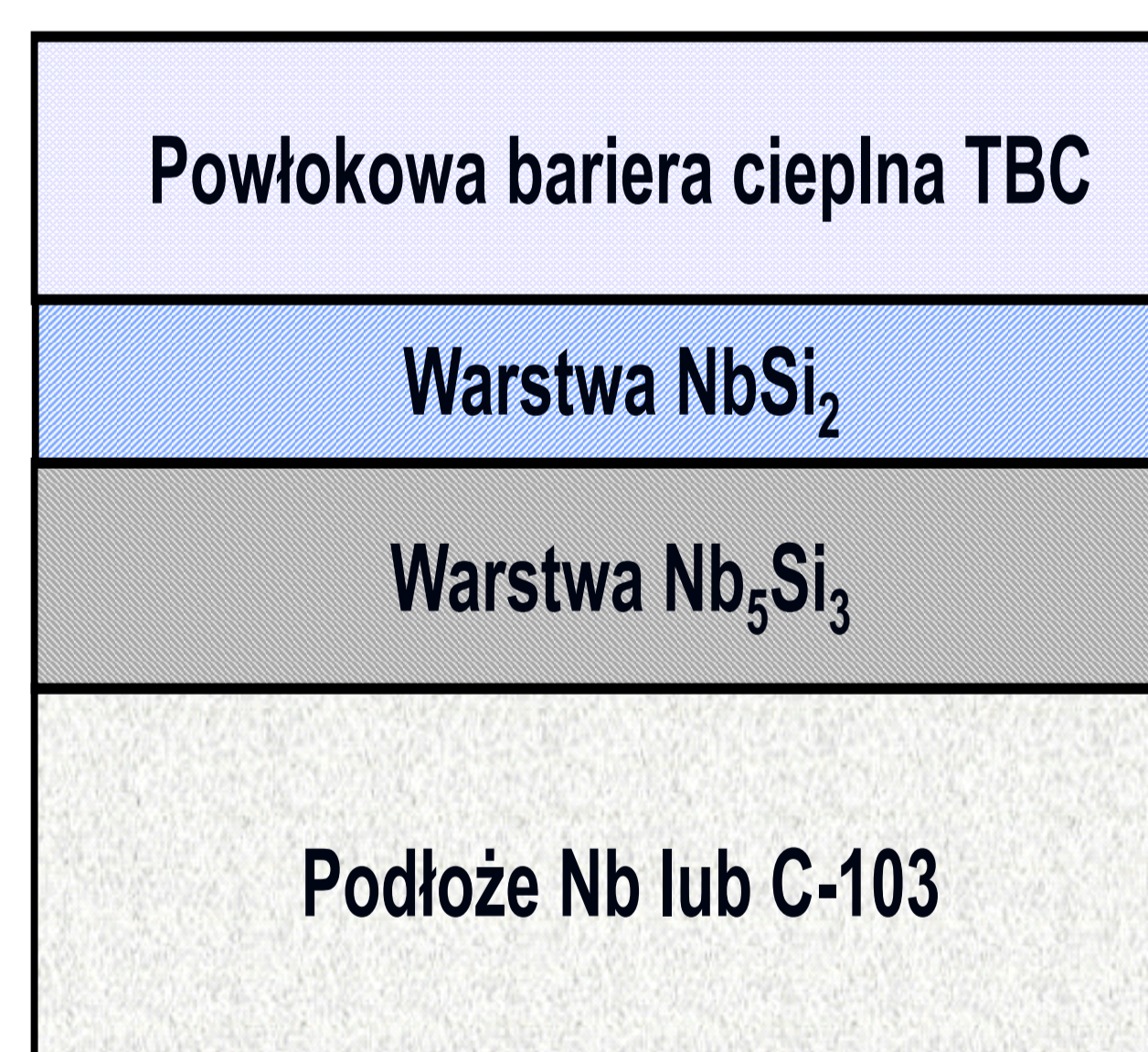
Simple technology, possibility to produce components made of alloys with higher temperature capabilities than nickel alloys

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego

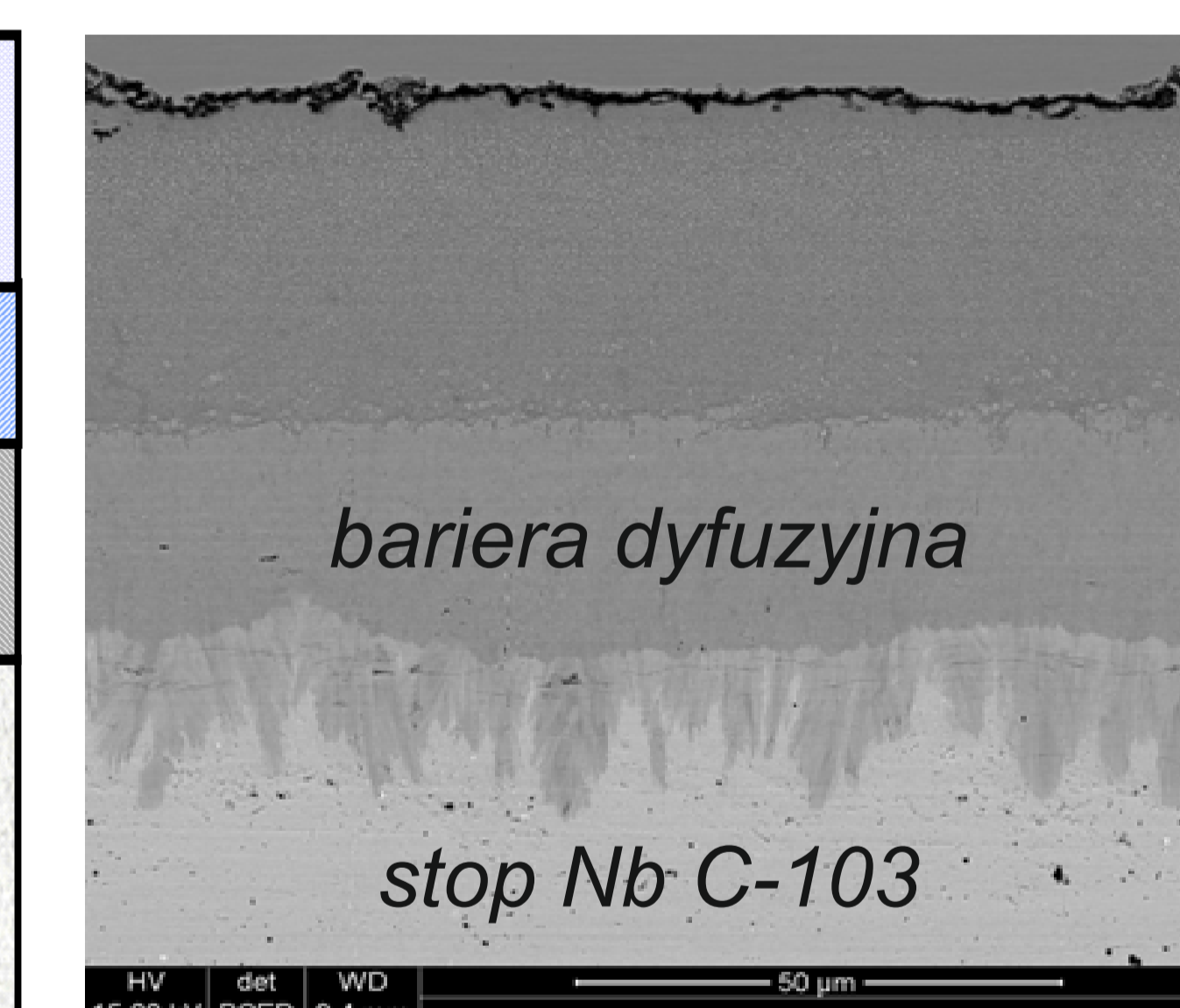
Visualization of the innovative solution



Rozwój materiałów determinowany wzrostem temperatury pracy elementów turbiny
Development of materials determined by increasing temperature turbine components



Model powłoki barierowej TBC na podłożu z niobu i na stopie C-103
Model of TBC coatings on Nb and Nb alloy C-103



Mikrostruktura powłoki barierowej TBC na stopie C-103
Microstructure of TBC coatings on Nb alloy C-103

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych galeziach gospodarki

Examples of application in aviation and other branches



Propozycje komercyjnego zastosowania powłok żaroodpornych wytworzonych na trudno topiowych materiałach, niob oraz stop niobu C-103
Proposals for commercial use of high temperature coatings produced on refractory materials, niobium and niobium alloy C-103