

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Nowoczesne powłoki barierowe na krytyczne części silnika

Modern barrier covers on critical engine parts

Politechnika Łódzka, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska, Politechnika Lubelska, Uniwersytet Rzeszowski

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego
Title of the innovative solution

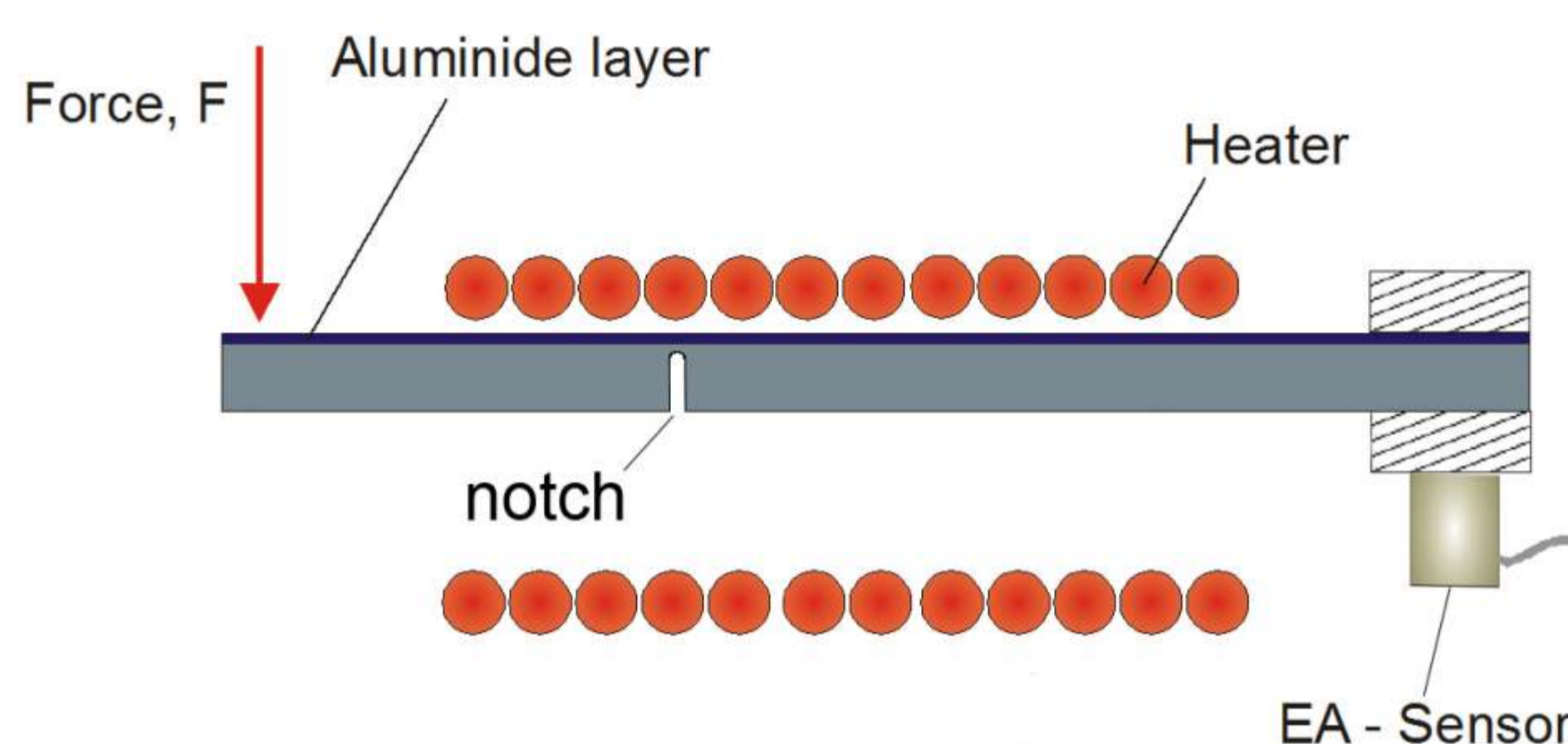
Metoda wyznaczania parametrów mechanicznych powłok
Wytwarzanie powłok TBC w procesie PVD
Procedure to determine coatings mechanical parameters
Production of thermal barrier coatings in PVD process

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

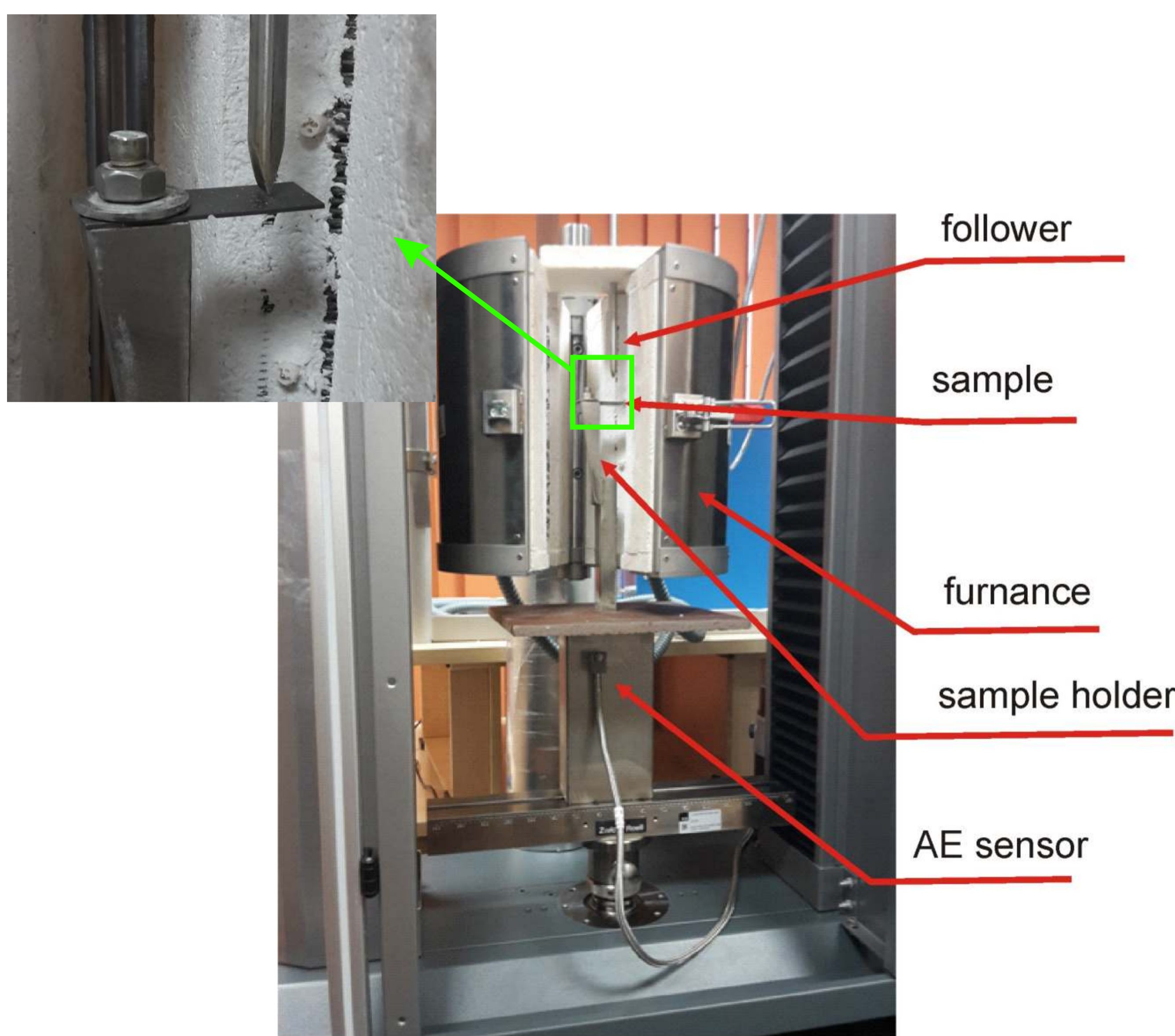
Opracowano metodę do wyznaczenia parametrów mechanicznych powłok TBC. Wykonano stanowisko do pomiaru: naprężenia, odkształcenia, sygnału EA, temperatury powłok TBC podczas próby zginania prowadzonej w podwyższonych temperaturach do 800°C. Do interpretacji wyników pomiarów zastosowano metody analizy Fouriera, analizy falkowej oraz opisu funkcji. Dane pomiarowe umożliwiają wyznaczenie właściwości mechanicznych powłok TBC w podwyższonych temperaturach oraz wyznaczenie temperatury kruchości DBTT (Ductile to Brittle Temperature Transition) powłok aluminiowych.

Method to determine the mechanical properties of coatings TBC was developed. The position to measure: stress, strain, signal EA, temperature of TBC coating during the bending test conducted at higher temperatures up to 800°C was made. To interpreting the results of measurements, the methods: Fourier analysis, wavelet analysis and description of the function were used. The measurement data allow to determine the mechanical properties of the TBC coating at higher temperatures. Very important is the possibility to determine the ductile - brittle temperature transition.

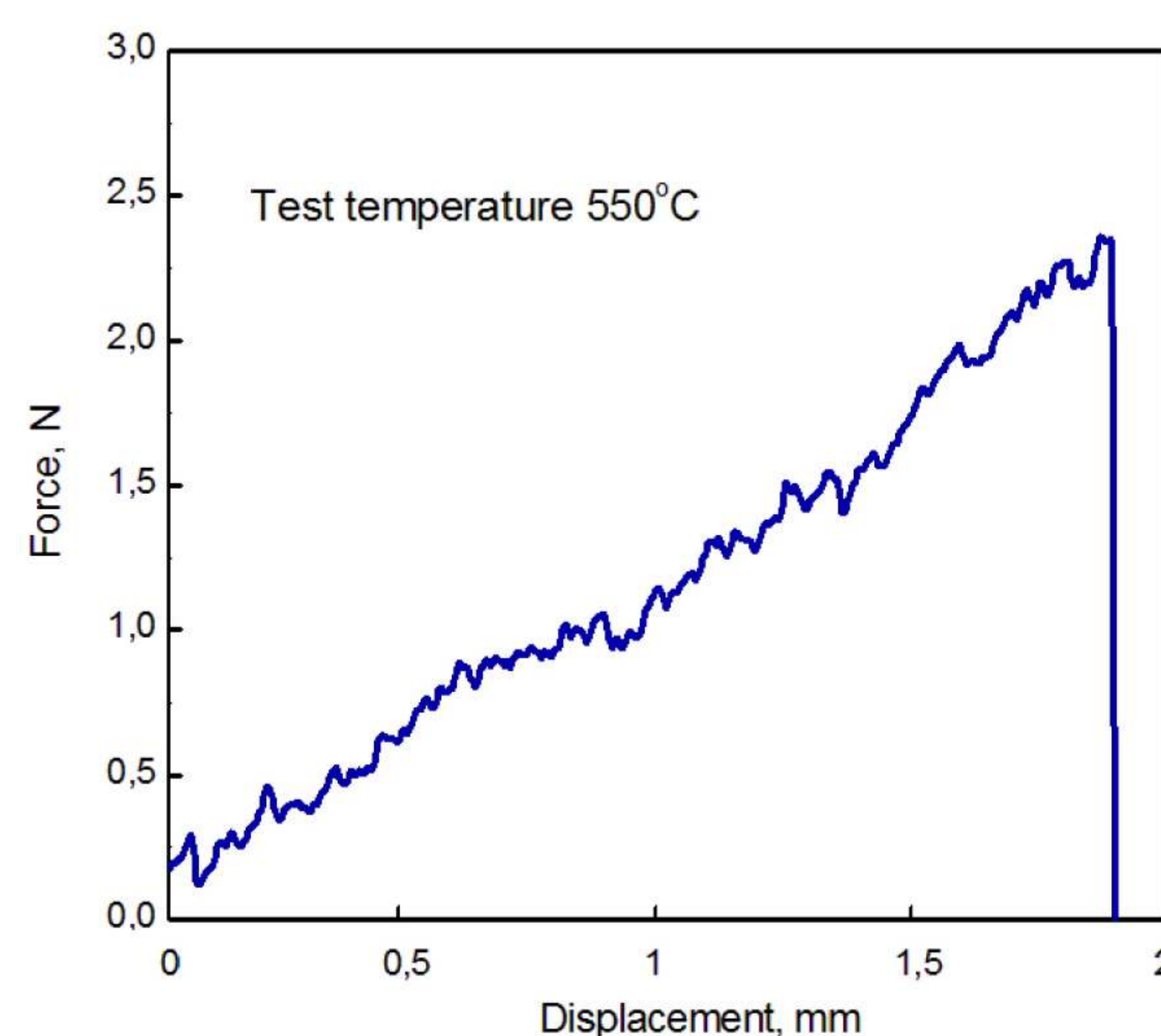
Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



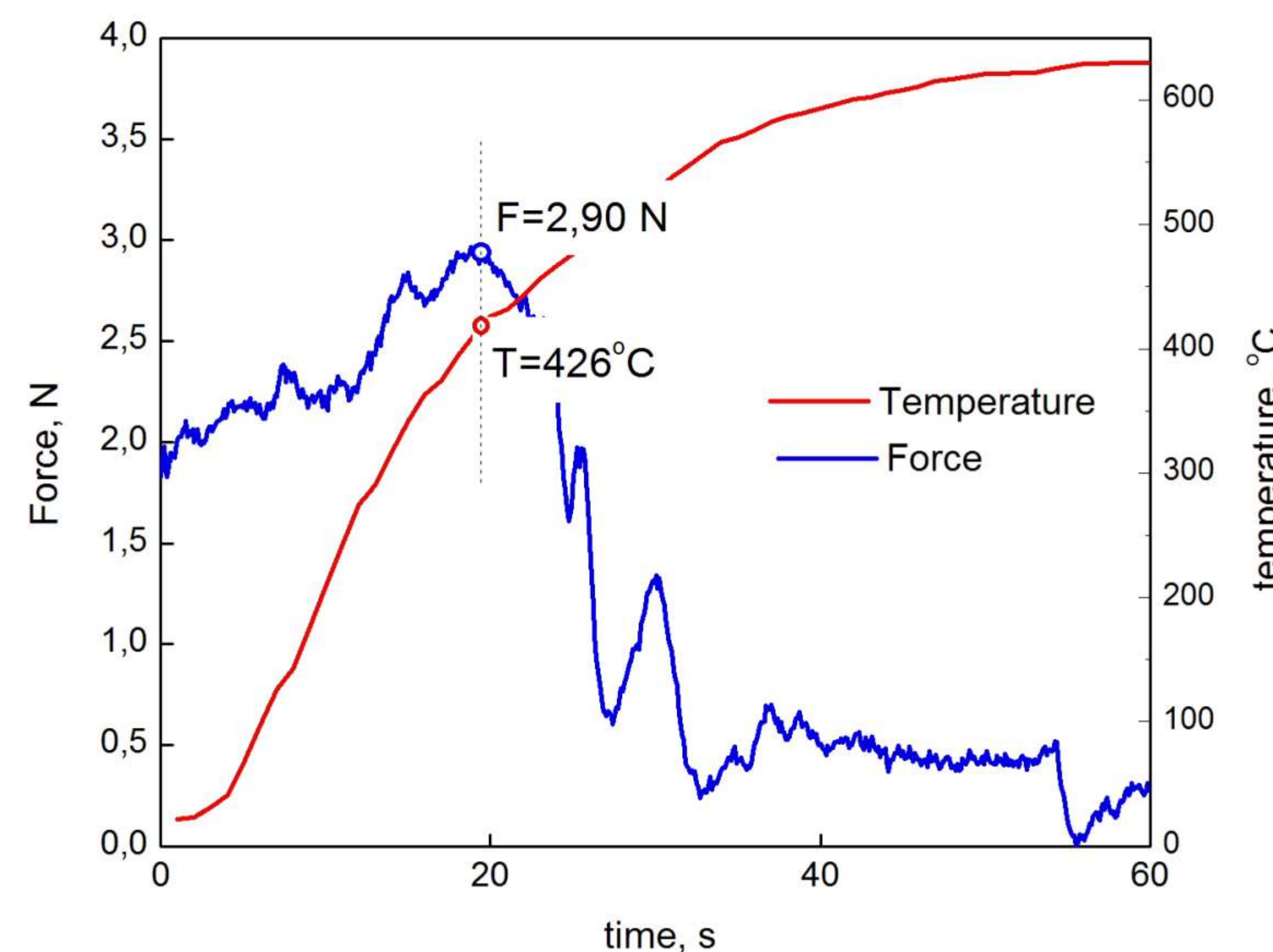
Rys.1. Schemat stanowiska do wyznaczenia parametrów mechanicznych i temperatury kruchości powłoki
Fig.1. The scheme to the determination of mechanical properties and brittleness of AlN coating



Rys.2. Stanowisko do próby zginania dwupunktowego w podwyższonej temperaturze
Fig.2. The two-point bend tester at high temperature



Rys.3. Krzywa zginania w temperaturze 550°C
Fig.3. The bending curve at temperature 550°C



Rys.4. Wyniki badań z próby zginania podczas nagrzewania do temperatury 620°C
Fig. 4. The results of the bending test during heating to temperature 620°C

Zaproponowano technologię wytwarzania powłoki aluminiowej. W procesie PVD zostają rozpylane magnetrone Al oraz Ni. Na podłożu typu Inconel układane są naprzemiennie warstwy aluminium i niklu. Następnie kanapka Al - Ni zostaje wygrzana w atmosferze powietrza. W wyniku dyfuzji następuje wytworzenie warstwy aluminiowej. Technologia rozpylania magnetronego umożliwia również wytworzenie powłok o wysokiej temperaturze topnienia (np. Hf, Nb, Ta). Stwarza to nowe możliwości w kompozycjach składu chemicznego warstw aluminiowych.

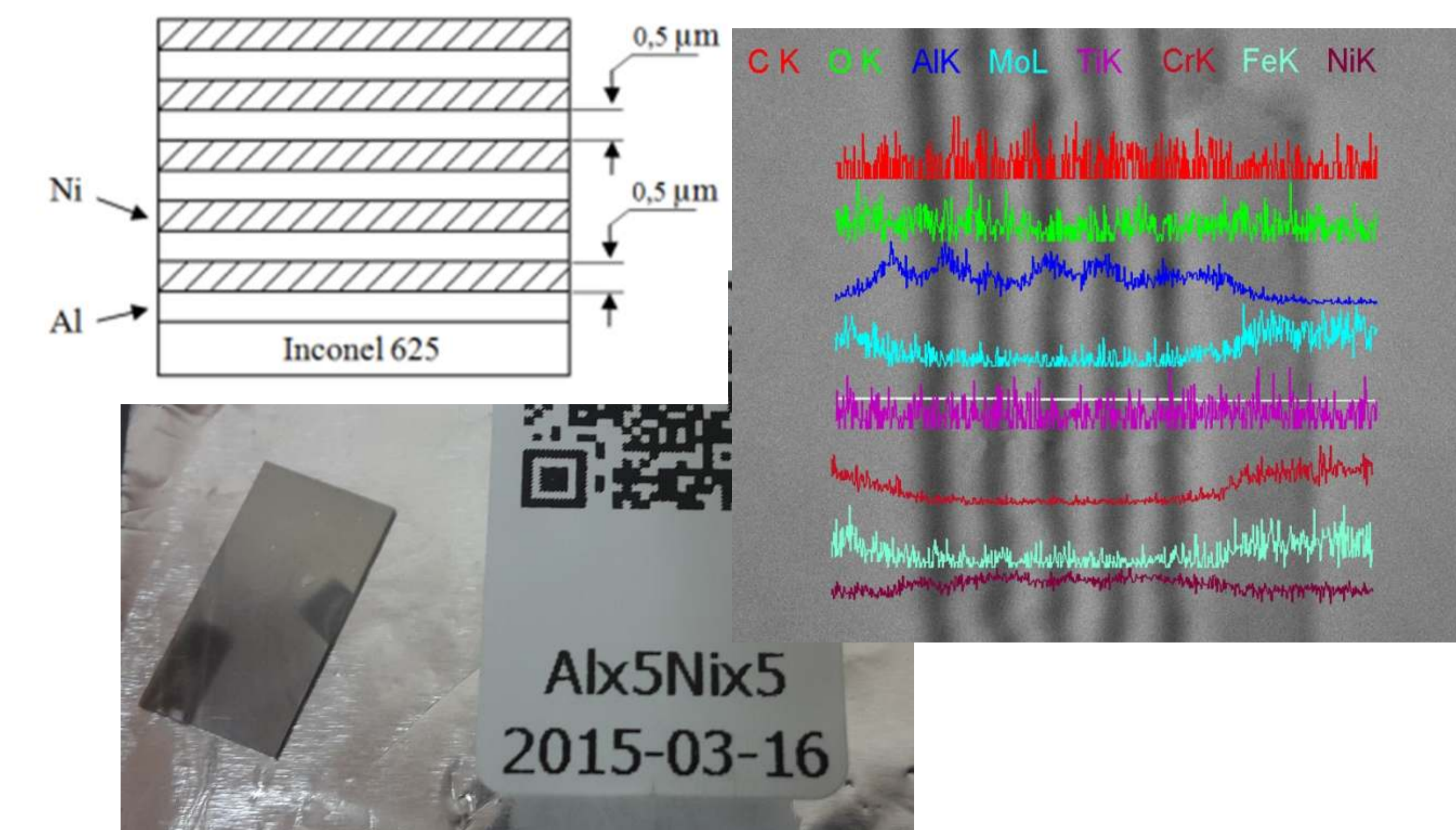
It was proposed manufacturing technology of the Al-Ni coating. In the PVD process the Al and Ni are sputtered by magnetron. On the surface of inconel alloy the layers of Ni and Al were created alternately. Then the sandwich Al - Ni was annealed in air atmosphere in higher temperature. As a result of diffusion process the AlNi layer was created. Magnetron sputtering technology also allows sputtering of elements with a high melting point (Hf, Nb, Ta) This creates new opportunities in the compositions of the chemical composition of the aluminate layers.



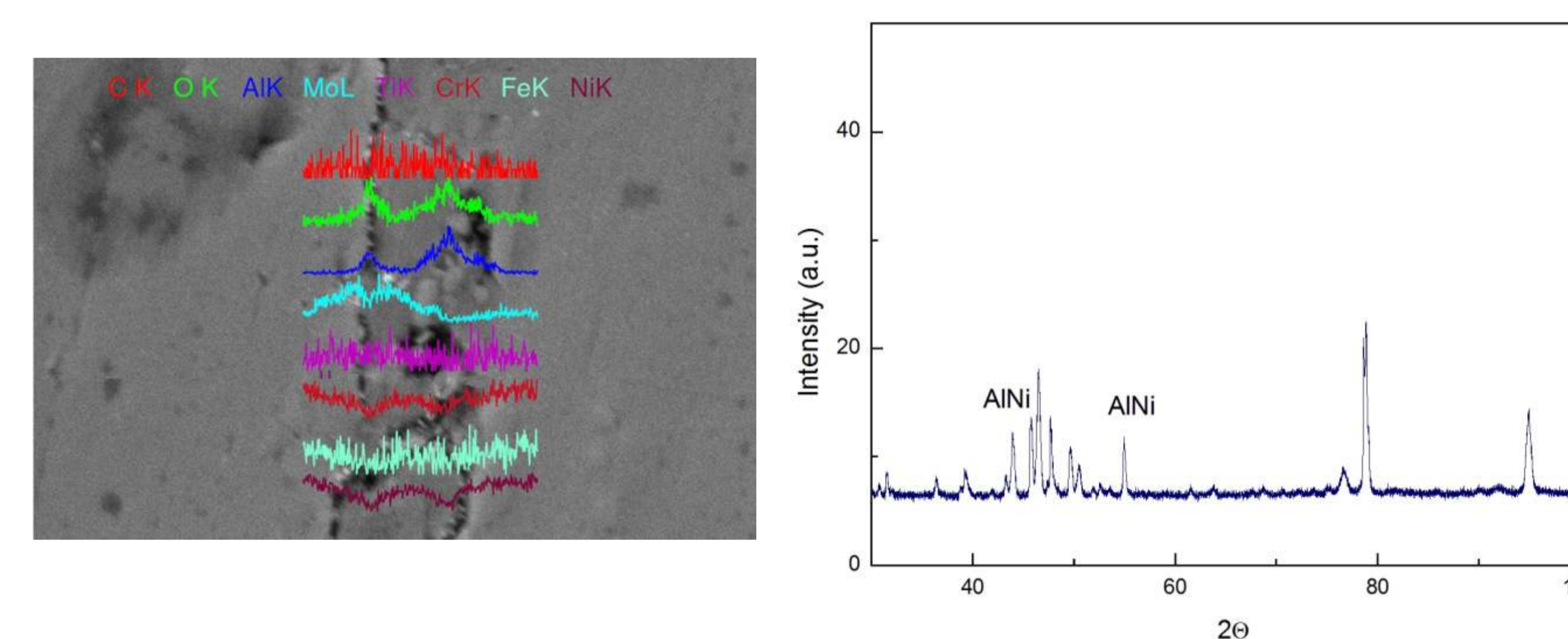
Rys.5. Targety użyte w procesie PVD
Fig.5. The targets used in PVD process



Rys.6. Komora PVD
Fig.6. The chamber to PVD process



Rys.7. Schemat, próbka, analiza EDX składu chemicznego powłoki wielowarstwowej
Fig. 7. The scheme, specimen and EDX chemical analysis of the sandwich coatings



Rys.8. Analiza EDX oraz XRD powłok TBC po wygrzaniu (widok dwóch próbek)
Fig.8. EDX and XRD of the TBC coatings on Inconel alloy after annealing (view of two specimens)

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

- Zalety:**
Ocena własności mechanicznych powłok TBC
- Wady:**
Skomplikowany proces przygotowania próbki do badań
- Advantages:**
Evaluation of mechanical properties of coatings TBC
- Defects:**
The complicated process of preparing samples for testing

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki
Examples of application in aviation and other branches



Rys.9. Możliwe elementy do pokrywania
Fig.9. Possible elements for covering

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

Metoda wyznaczania parametrów mechanicznych powłok. Pomiar naprężenia, odkształcenia, sygnału EA, temperatury próbki podczas próby zginania w podwyższonych temperaturach. Metody wyznaczania parametrów przy zastosowaniu analizy Fouriera, falkowej, opisu funkcji. Wyznaczenie temperatury kruchości powłok.

Procedure to determine coatings mechanical parameters. Measurements of the stresses, strains, acoustic emission (EA) signals, temperature during bending test. Methods to determine of mechanical parameters: wavelet analysis, fourier analysis, description function. Determine of Ductile - Brittle Temperature Transition (DBTT) of coatings