

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

Wyniki badań Results

Powłoki barierowe warstwą aluminidkową modyfikowaną hafnem

Barrier covers modified by hafno-aluminizing proces.

Streszczenie

Warstwę aluminidkową modyfikowaną hafnem wytworzono metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD) stosując 1-godzinne aluminowanie, 8- godzinne hafnoaluminowanie oraz końcowe 1-h aluminowanie. Jako materiał podłoża zastosowano nadstopu niklu: Rene 80, CMSX-4, IN-100, IN-718 oraz MAR M-247. Przeprowadzono pełne badania mikrostruktury w stanie wyjściowym.

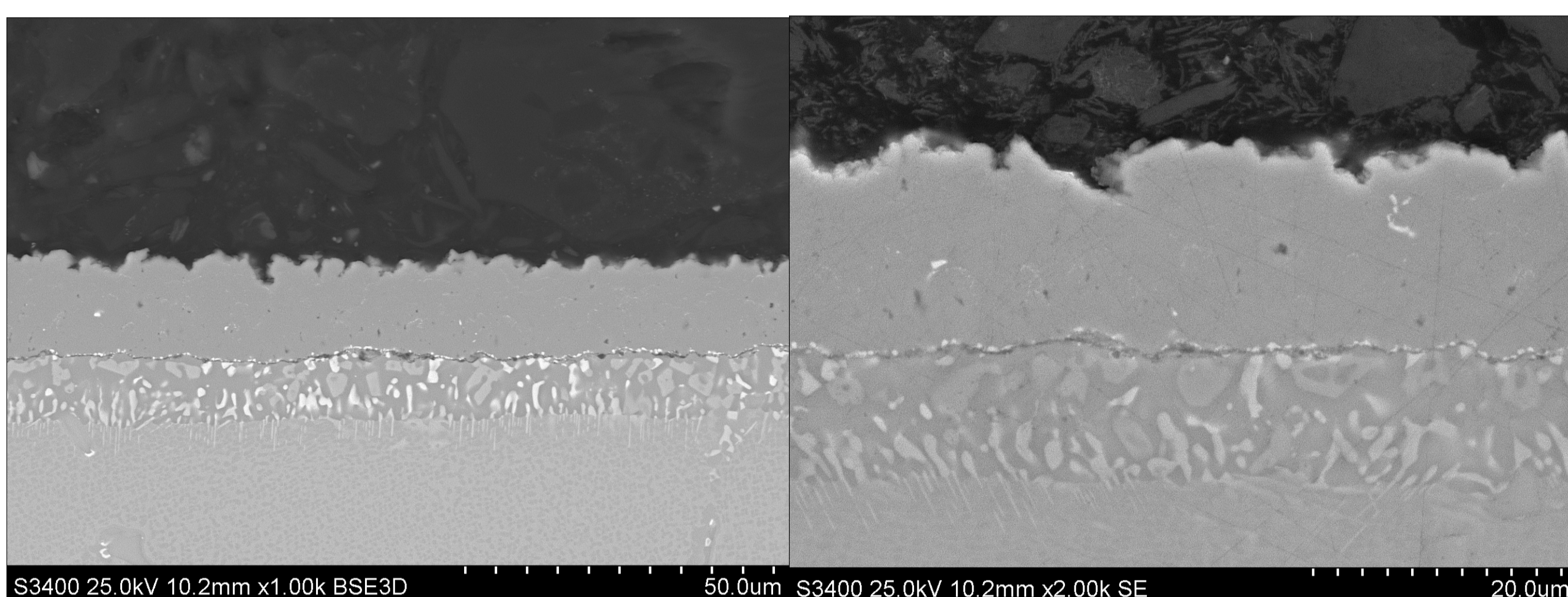
Drugi etap stanowiło przeprowadzenie próby cyklicznego utleniania próbek z warstwą aluminidkową na podłożu stopów CMSX-4, IN-100 oraz IN-718. Badaniom poddano próbki z dwoma wariantami hafnowania i aluminowania

ABSTRACT

The hafno-aluminizing proces using CVD method was conducted. The surface morphology, microstrctu and chemical composition analysis were conducted. The Hf-modified aluminide coating can pe applied as a bondcoats for Thermal Barrier Coatnigs. The CMSX-4, IN-100, IN-718 as well as Rene 80 and MAR M-247 was a base material.

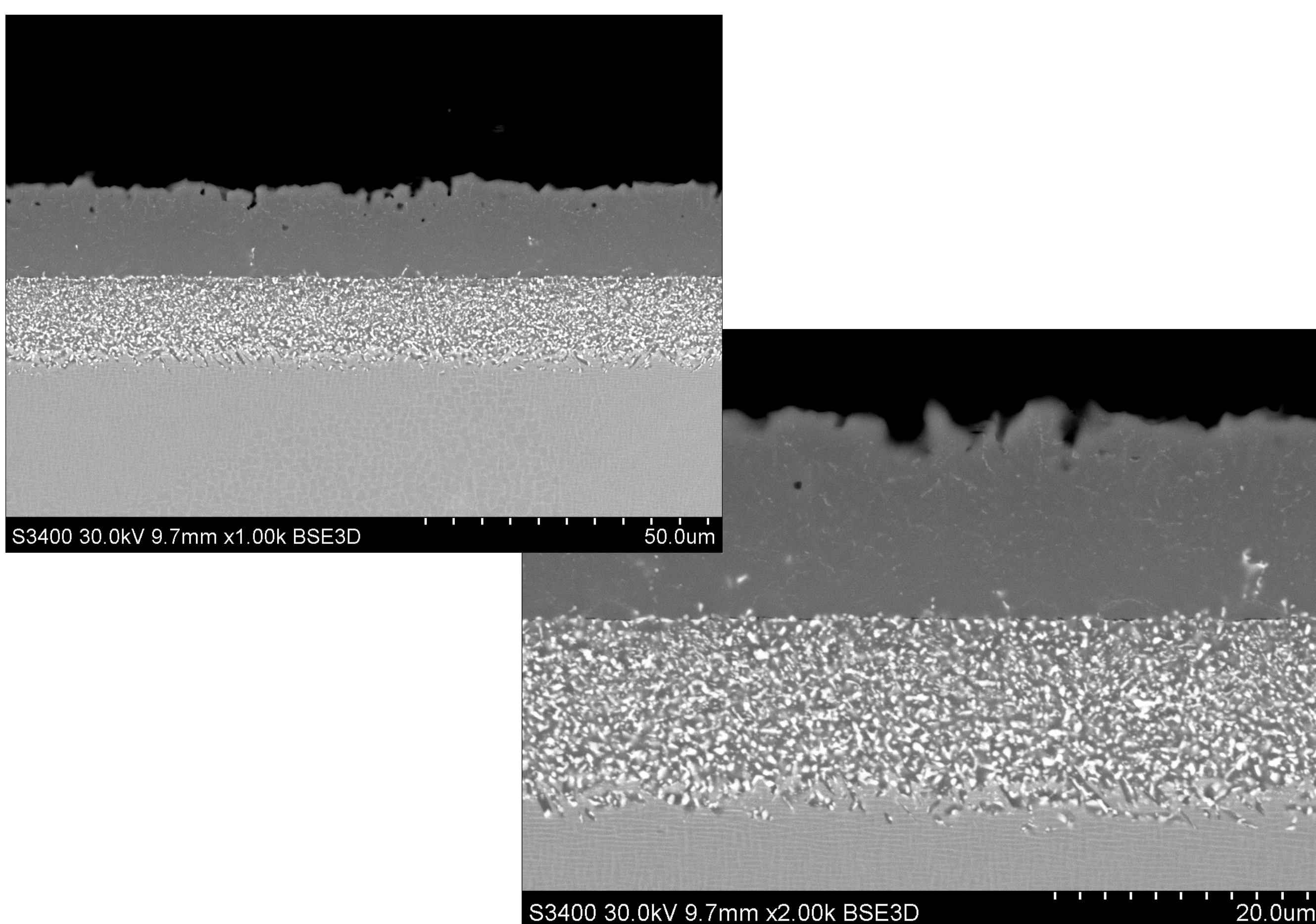
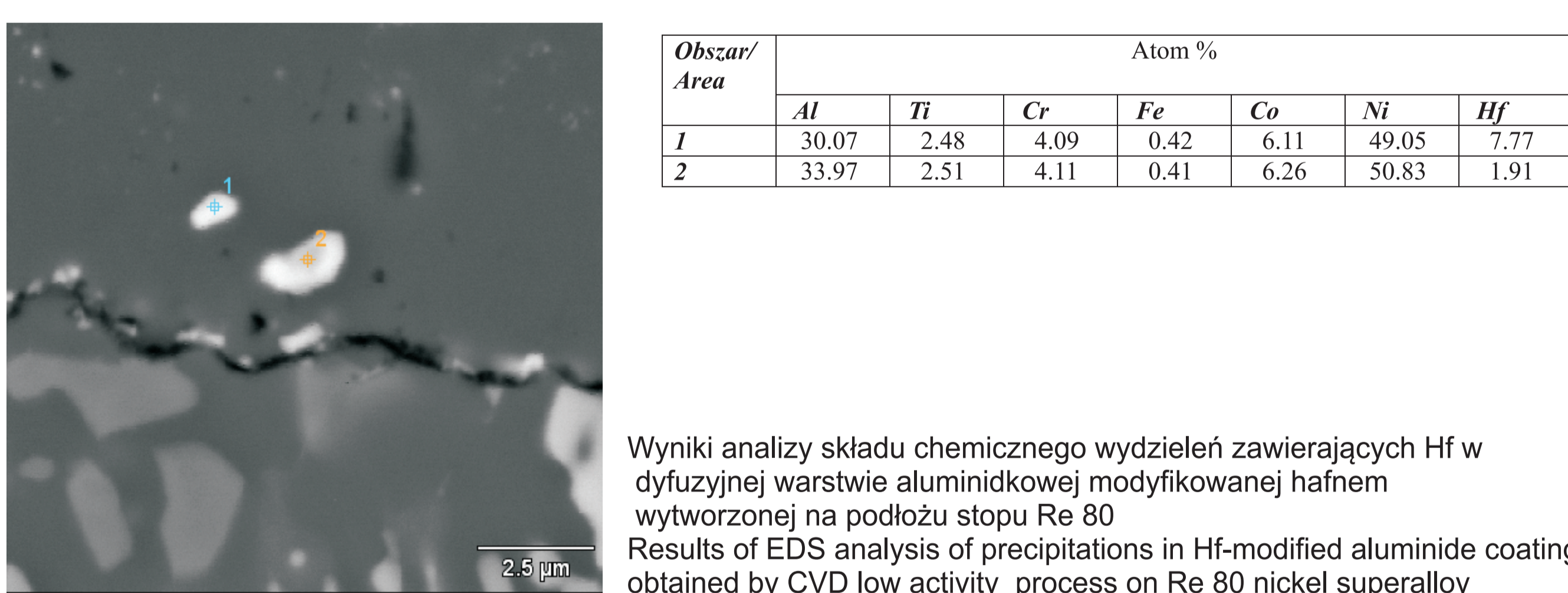
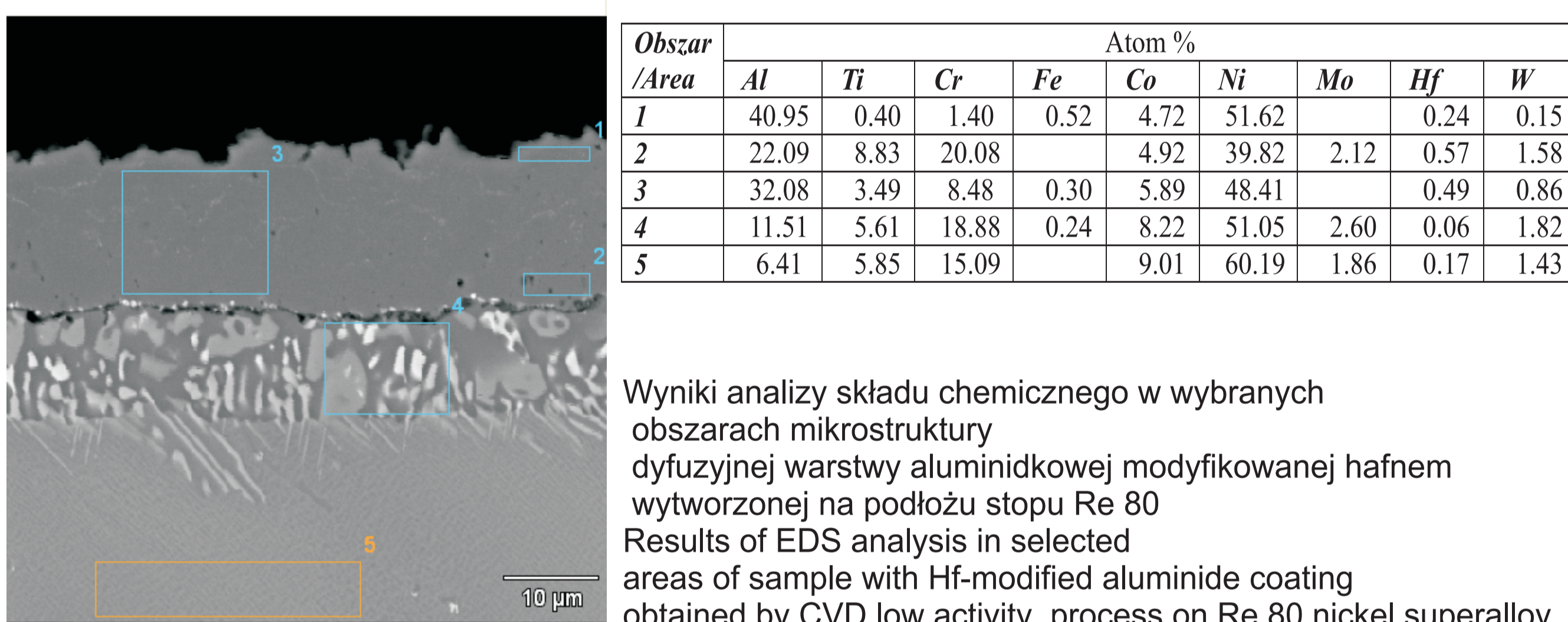
The cyclic oxidation test at 1100oC was conducted. The samples of CMSX-4, IN-100 and IN-718 was a base material. The two variants of aluminizing process were tested

Wyniki badań Results



Mikrostruktura warstwy aluminidkowej wytworzonej na podłożu stopu Rene 80 w wyniku aluminowania niskoaktywnego z wprowadzaniem hafnu

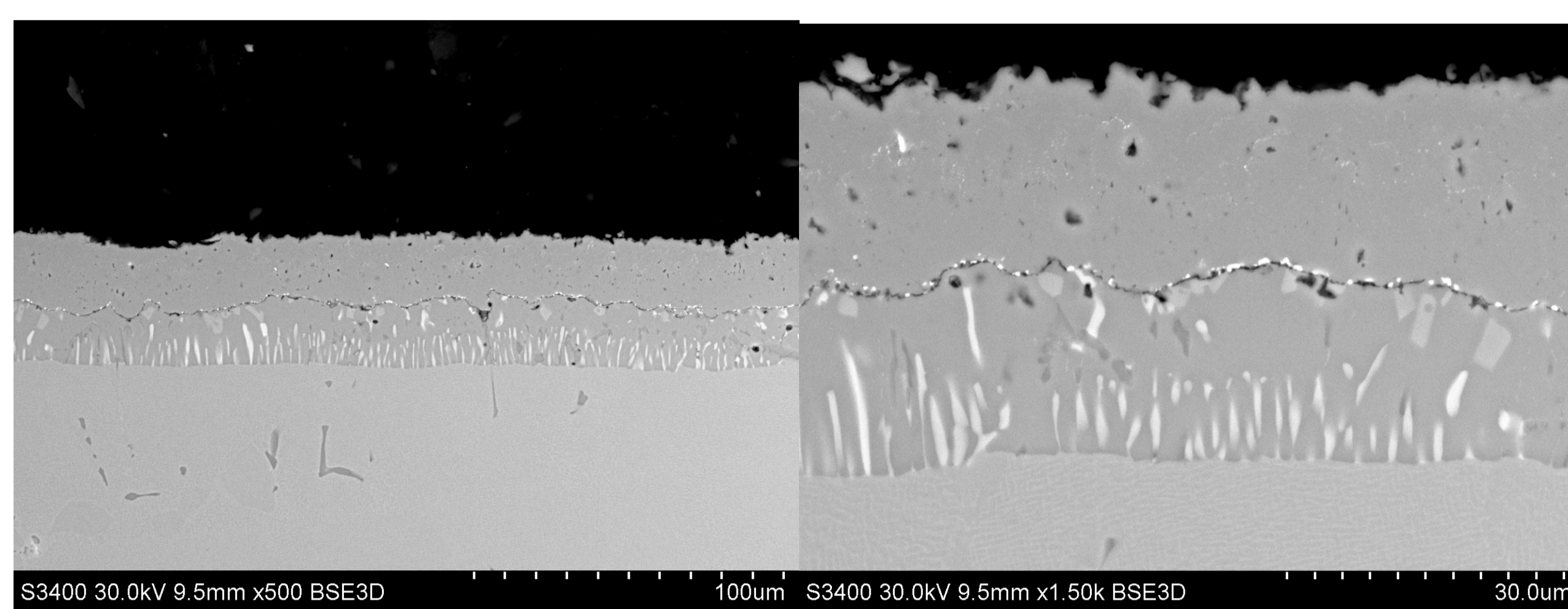
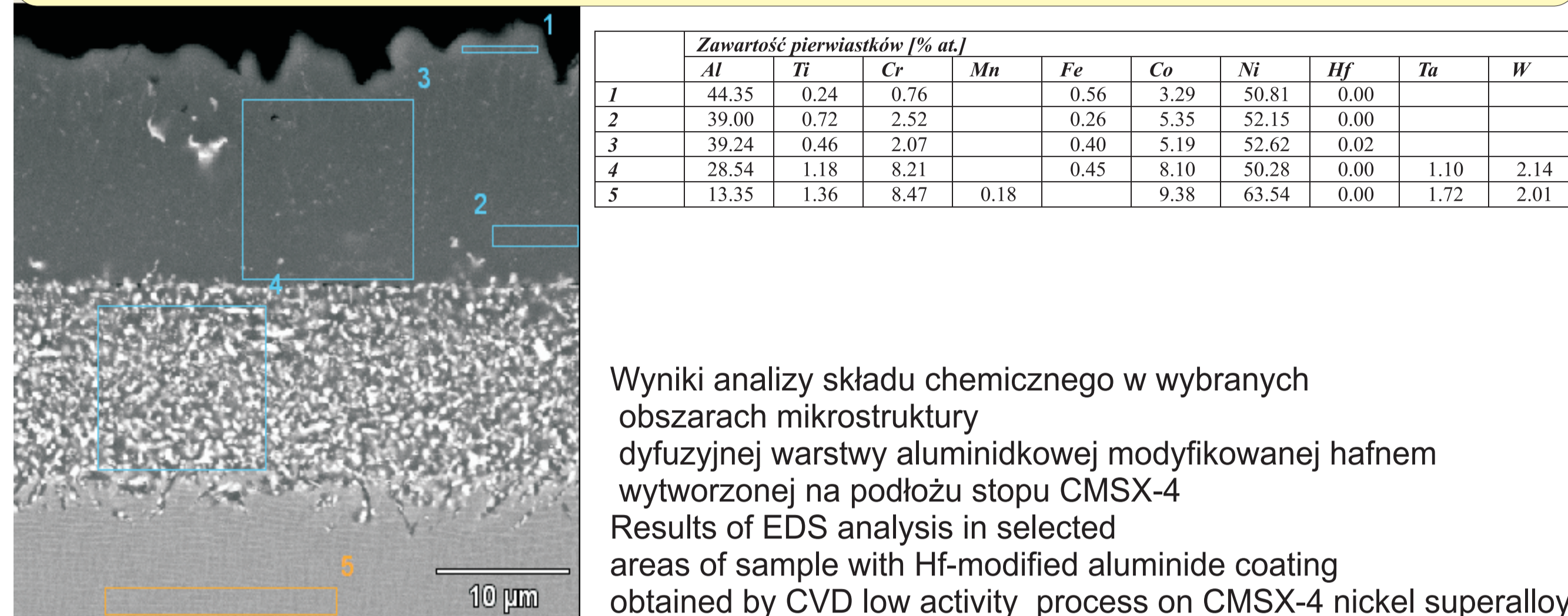
The microstructure of Hf-modified aluminide coating obtained by CVD low activity aluminizing process obtained on Re 80 nickel superalloy



Mikrostruktura warstwy aluminidkowej wytworzonej na podłożu stopu CMSX-4 w wyniku aluminowania niskoaktywnego z wprowadzaniem hafnu

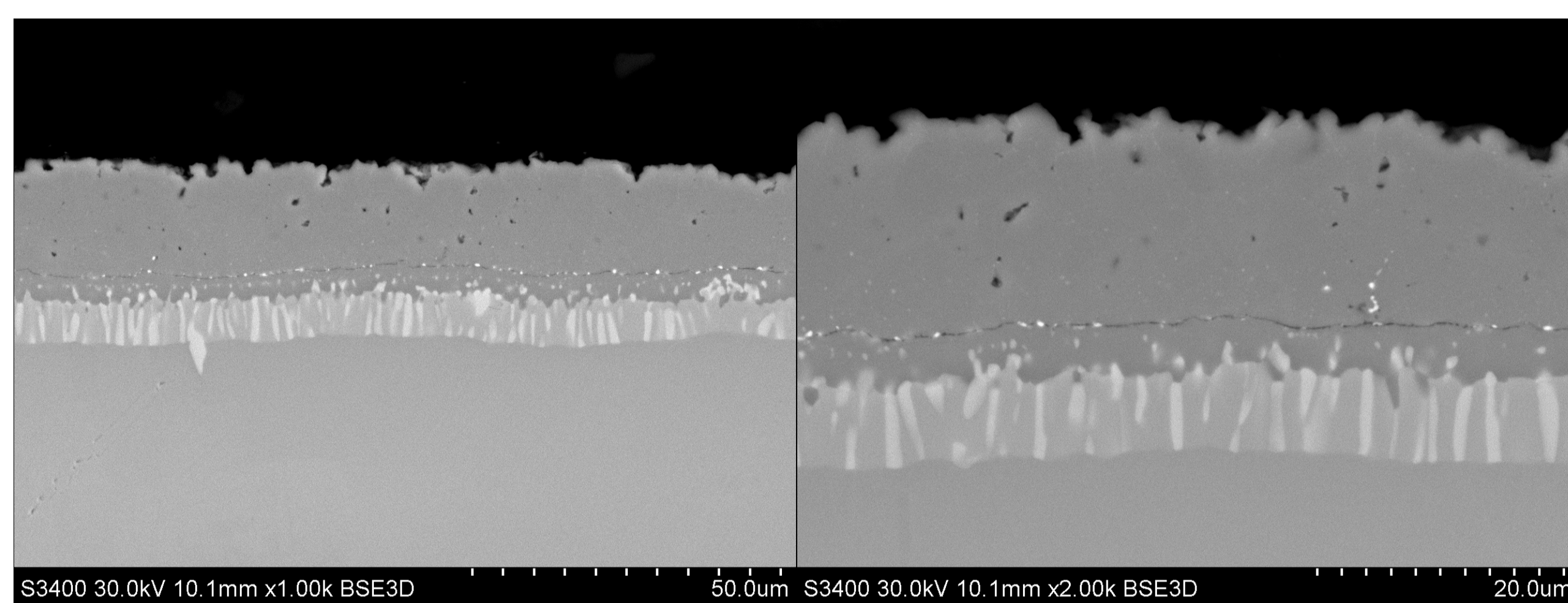
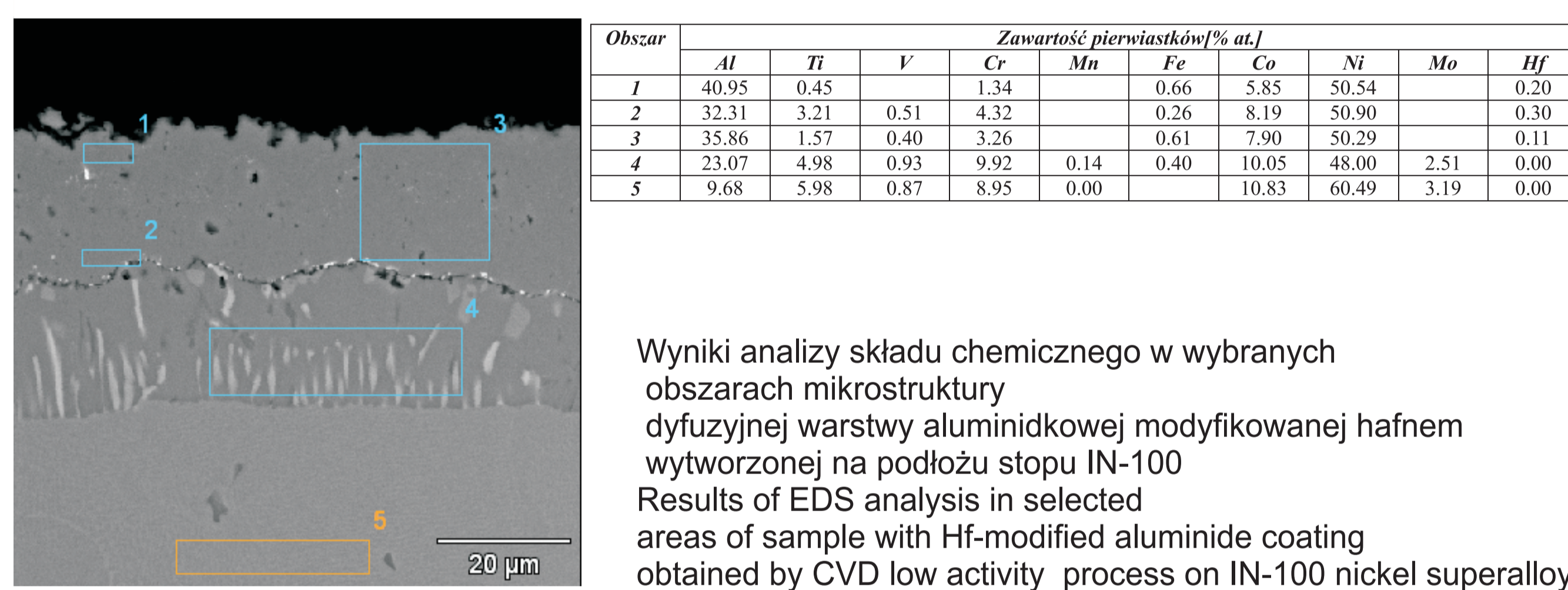
The microstructure of Hf-modified aluminide coating obtained by CVD low activity aluminizing process obtained on CMSX-4 nickel superalloy

Wyniki badań Results



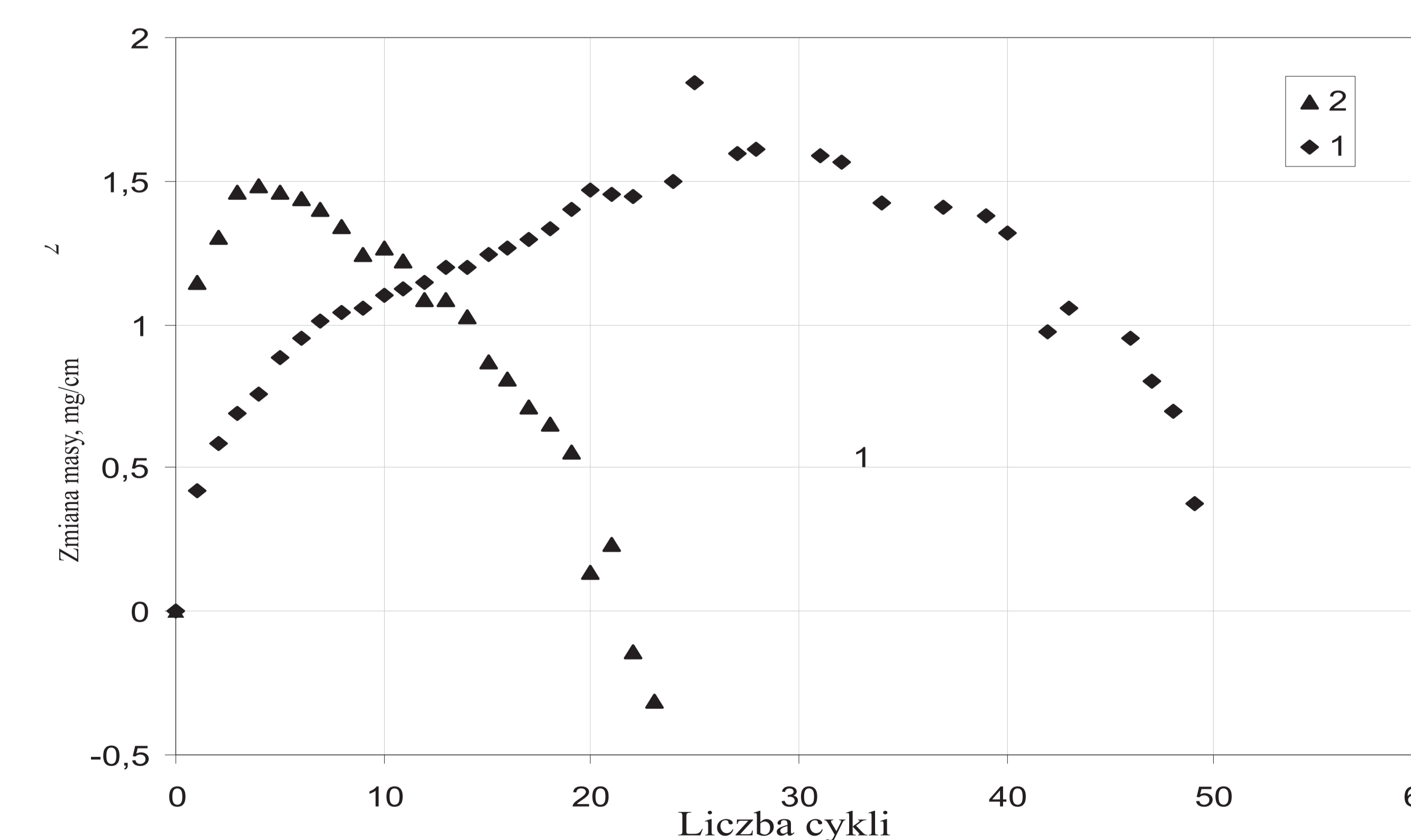
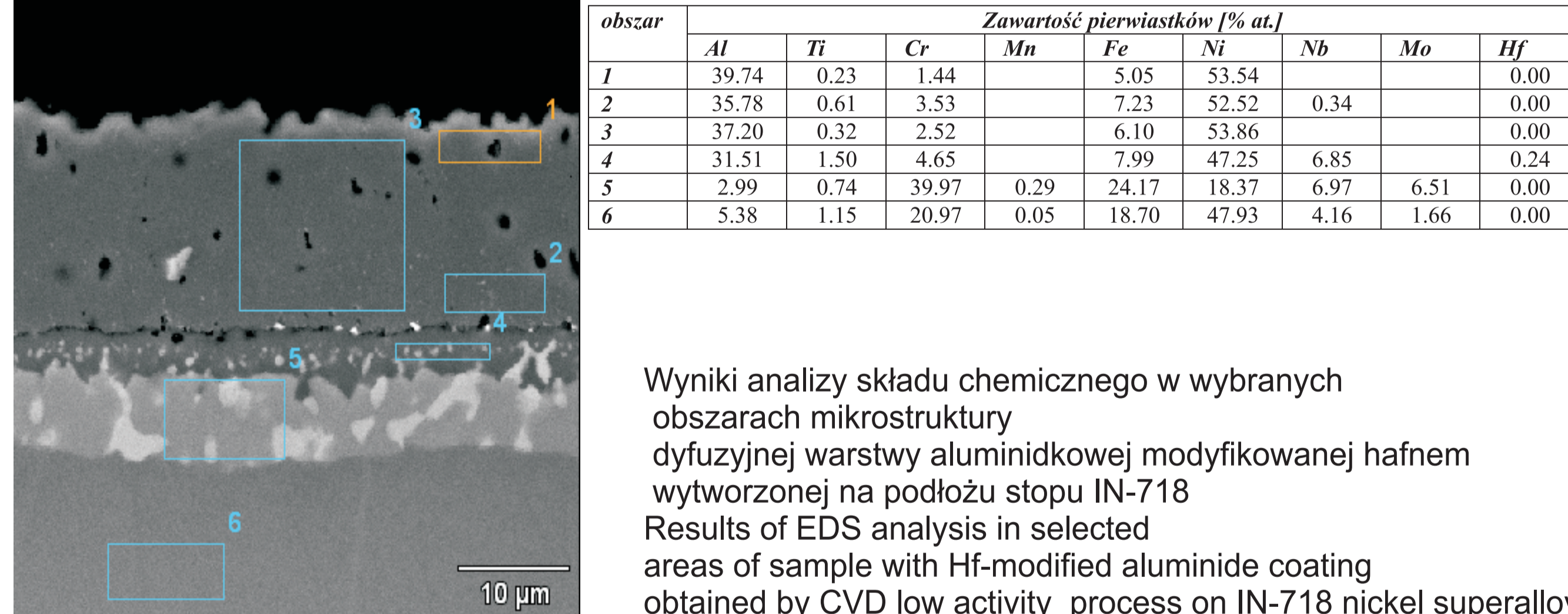
Mikrostruktura warstwy aluminidkowej wytworzonej na podłożu stopu IN-100 w wyniku aluminowania niskoaktywnego z wprowadzaniem hafnu

The microstructure of Hf-modified aluminide coating obtained by CVD low activity aluminizing process obtained on IN-100 nickel superalloy



Mikrostruktura warstwy aluminidkowej wytworzonej na podłożu stopu IN-718 w wyniku aluminowania niskoaktywnego z wprowadzaniem hafnu

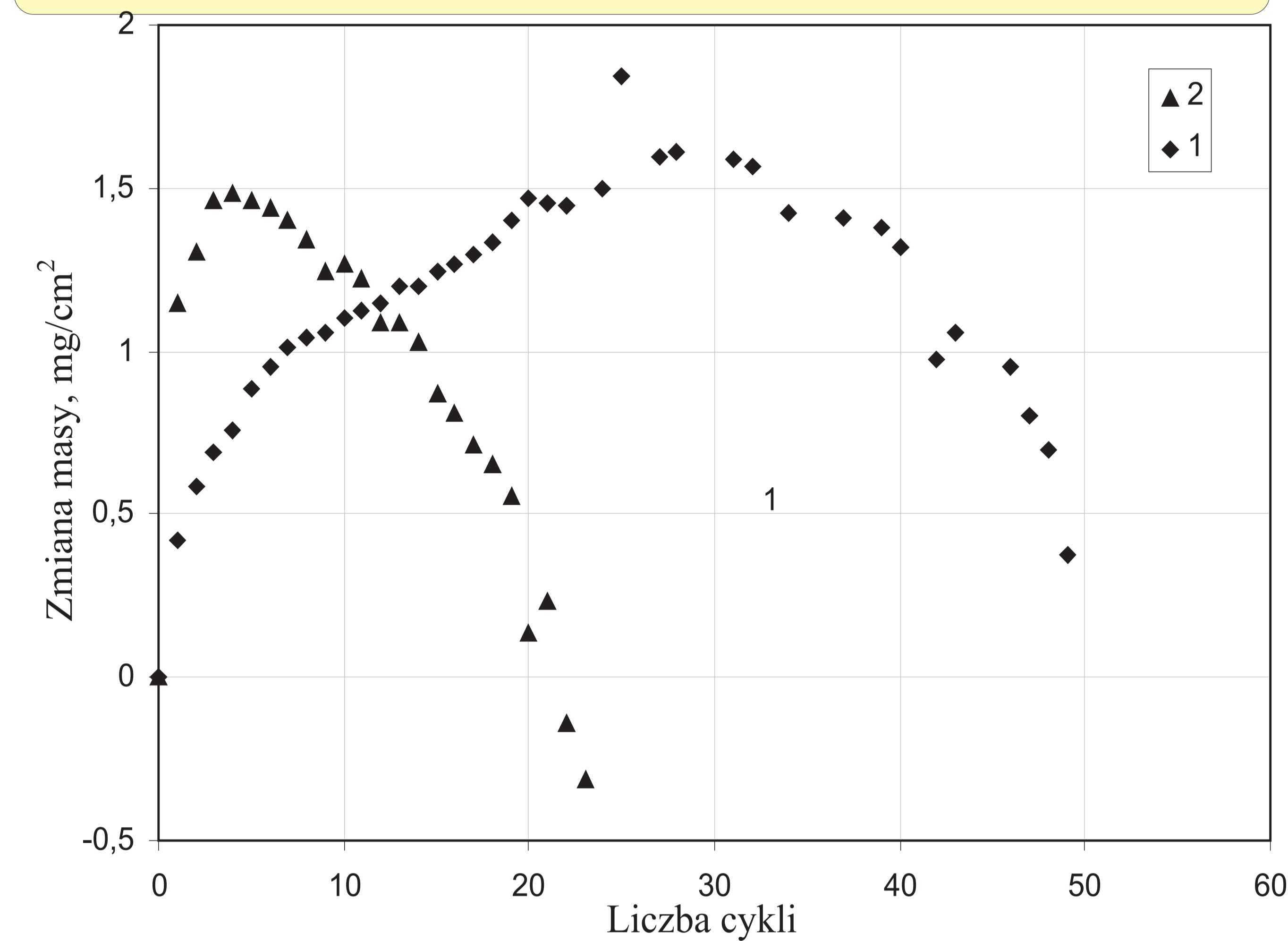
The microstructure of Hf-modified aluminide coating obtained by CVD low activity aluminizing process obtained on IN 718 nickel superalloy



Wyniki próby cyklicznego utleniania warstwy aluminidkowej modyfikowanej hafnem na podłożu stopu Inconel 718:
1 – aluminowanie 60 min+ aluminowanie i hafnowanie 540 min+aluminowanie 60 min.,
2- aluminowanie 240 min+ hafnowanie 60 min;

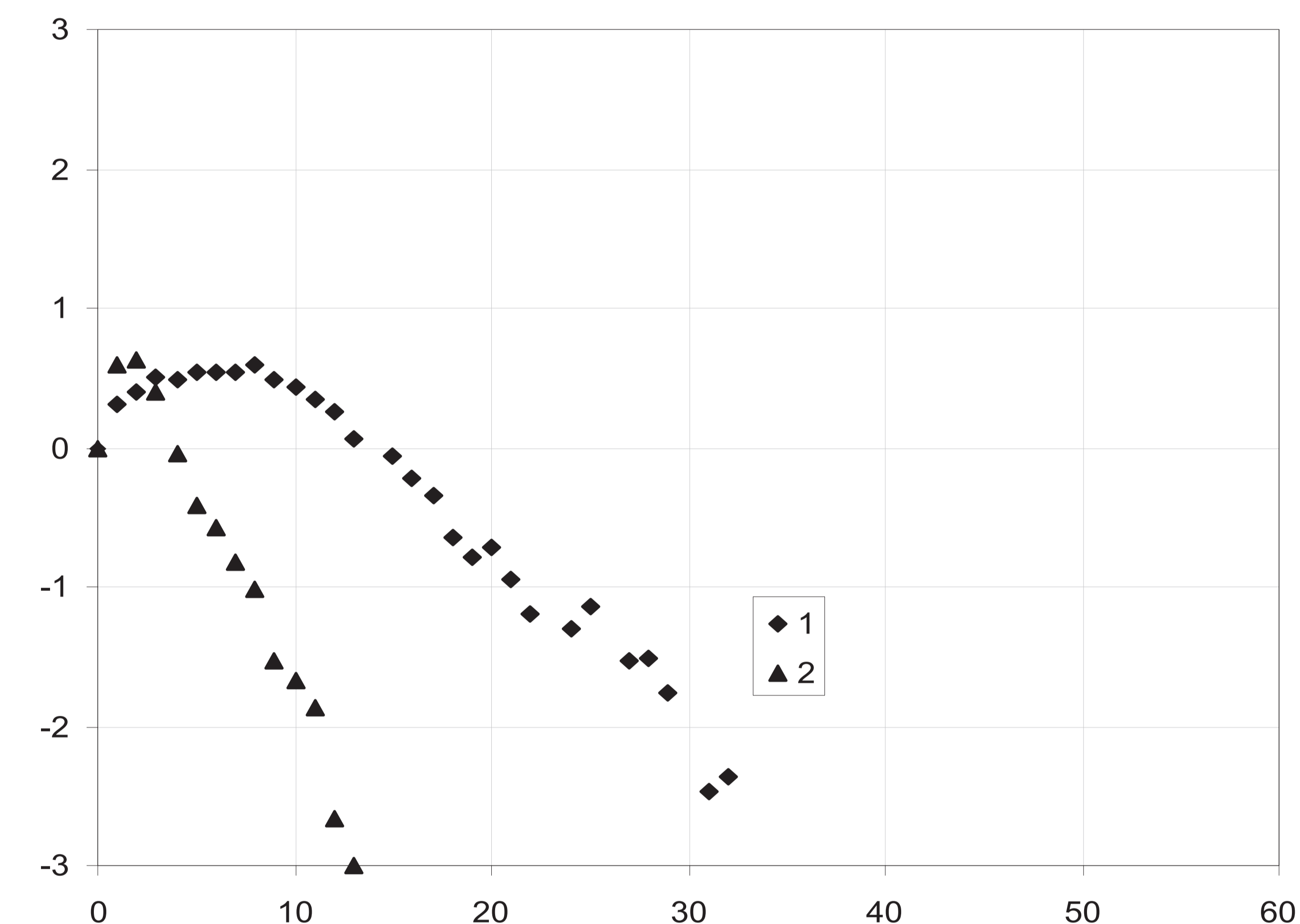
The results of cyclic oxidation test of Hf-modified aluminide coating deposited by CVD method on IN 718 superalloy durig processes:
1 -60 min of aluminizing+hafnium-aluminizing 540 min+ aluminizing 60 min,
2- 240 min aluminizing+60 min hafnizing

Wyniki badań Results



Wyniki próby cyklicznego utleniania warstwy aluminidkowej modyfikowanej hafnem na podłożu stopu Inconel 100:
1 – aluminowanie 60 min+ aluminowanie i hafnowanie 540 min+aluminowanie 60 min.,
2- aluminowanie 240 min+ hafnowanie 60 min;

The results of cyclic oxidation test of Hf-modified aluminide coating deposited by CVD method on IN 100 superalloy durig processes:
1 -60 min of aluminizing+hafnium-aluminizing 540 min+ aluminizing 60 min,
2- 240 min aluminizing+60 min hafnizing



Wyniki próby cyklicznego utleniania warstwy aluminidkowej modyfikowanej hafnem na podłożu stopu CMSX-4:
1 – aluminowanie 60 min+ aluminowanie i hafnowanie 540 min+aluminowanie 60 min.,
2- aluminowanie 240 min+ hafnowanie 60 min;

The results of cyclic oxidation test of Hf-modified aluminide coating deposited by CVD method on CMSX-4 superalloy durig processes:
1 -60 min of aluminizing+hafnium-aluminizing 540 min+ aluminizing 60 min,
2- 240 min aluminizing+60 min hafnizing

Przykłady zastosowania w lotnictwie

Examples of application in aviation

Powłokowe bariery cieplne stosowane są do ochrony powierzchni elementów części gorącej silnika lotniczego np. łopatek turbiny pierwszego stopnia, elementów komory spalania itp...

Thermal barrier coatings can be used for oxidation and high temperature protection of first

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym

Collaboration with aviation industry

W ramach zadania badawczego aluminowanie metodą VPA wykonano we współpracy z WSK PZL-Rzeszów SA

Wskaźniki realizacji projektu

Indicators of the project

Publikacje

- Filip, R., Zagula-Yavorska, M., Pytel, M., Romanowska, J., Maliniak, M., Sieniawski, J. *The oxidation resistance of nonmodified and Zr-modified aluminide coatings deposited by the CVD method* (2015) Solid State Phenomena, 227, pp. 361-364.
- Romanowska, J., Zagula-Yavorska, M., Góral, M., Sieniawski, J., *Zirconium modified aluminide coatings obtained by the CVD method* (2015) Solid State Phenomena, 227, pp. 174-177.
- Zagula-Yavorska, M., Sieniawski, J., Filip, R. *The influence of the chemical composition of superalloys on the oxidation resistance of aluminide coating* (2015) Solid State Phenomena, 227, pp. 365-368