

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Nowoczesne pokrycia barierowe na krytyczne części silnika

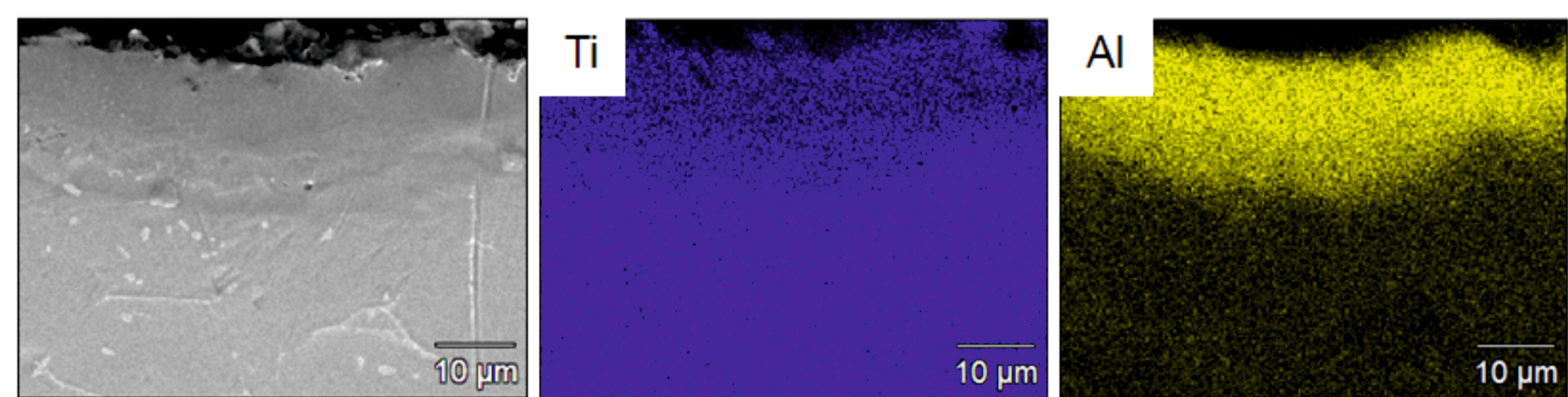
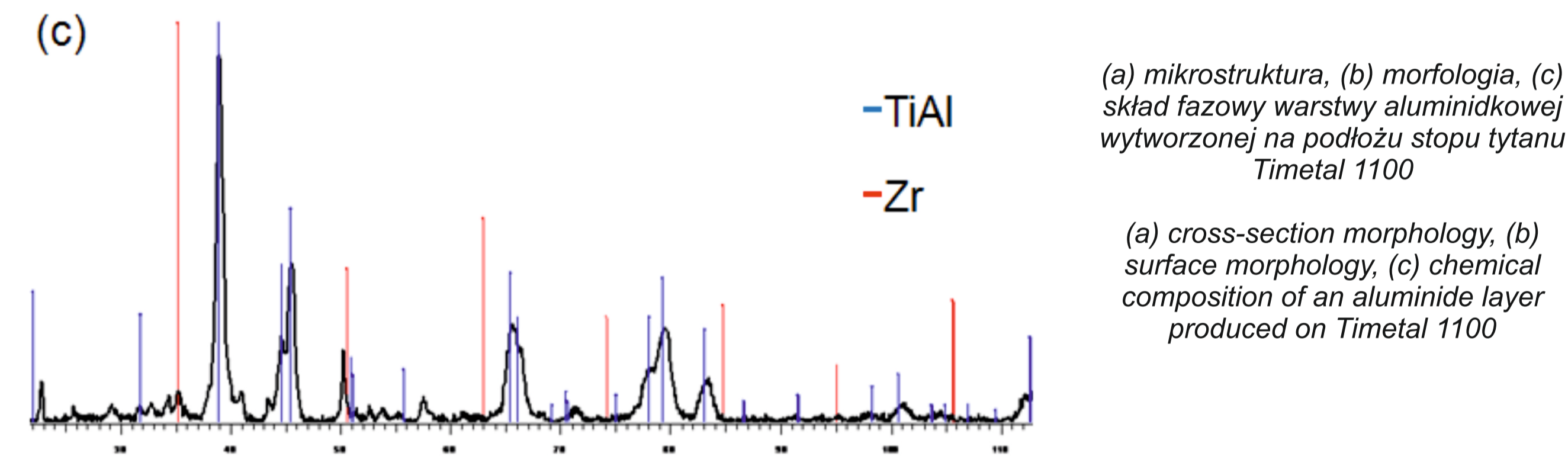
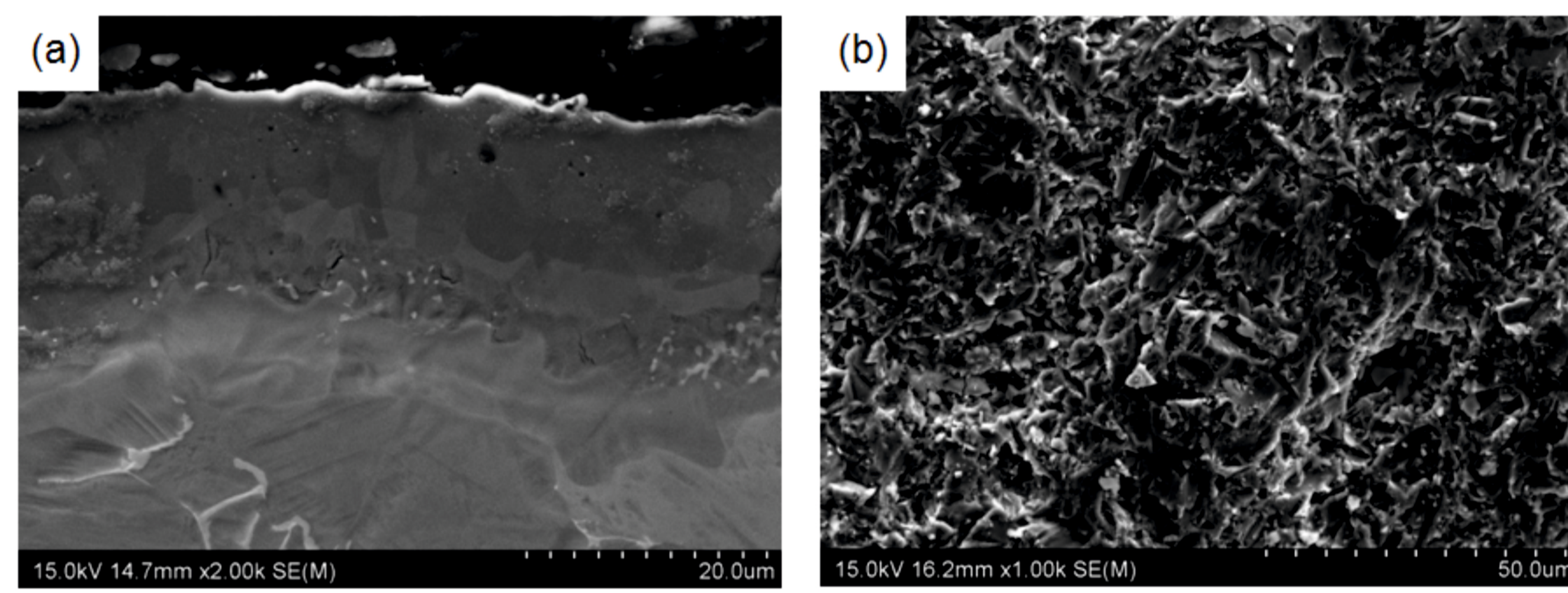
### Modern barrier covers on critical engine parts

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

#### Wyniki badań Results

- wytworzenie dyfuzyjnych warstw powierzchniowych zawierających fazy międzymetaliczne z układu Ti-Al oraz barier ciepłych TBC na podłożu stopu tytanu Timetal 1100
- wytworzenie dyfuzyjnych warstw kompozytowych o strukturze nanokrystalicznej z układu Ni-Al na podłożu stopu niklu Inconel 600 metodą PACVD z wykorzystaniem par trimetyloglinu Al(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>;
- badania morfologii warstw (HITACHI SU 70);
- określenie składu chemicznego w mikroskali EDS (HITACHI SU 70);
- określenie składu fazowego warstw (Bruker D8);

Opracowanie podstaw technologii wytwarzania warstw powierzchniowych zwiększających odporność stopów tytanu na korozję wysokotemperaturową



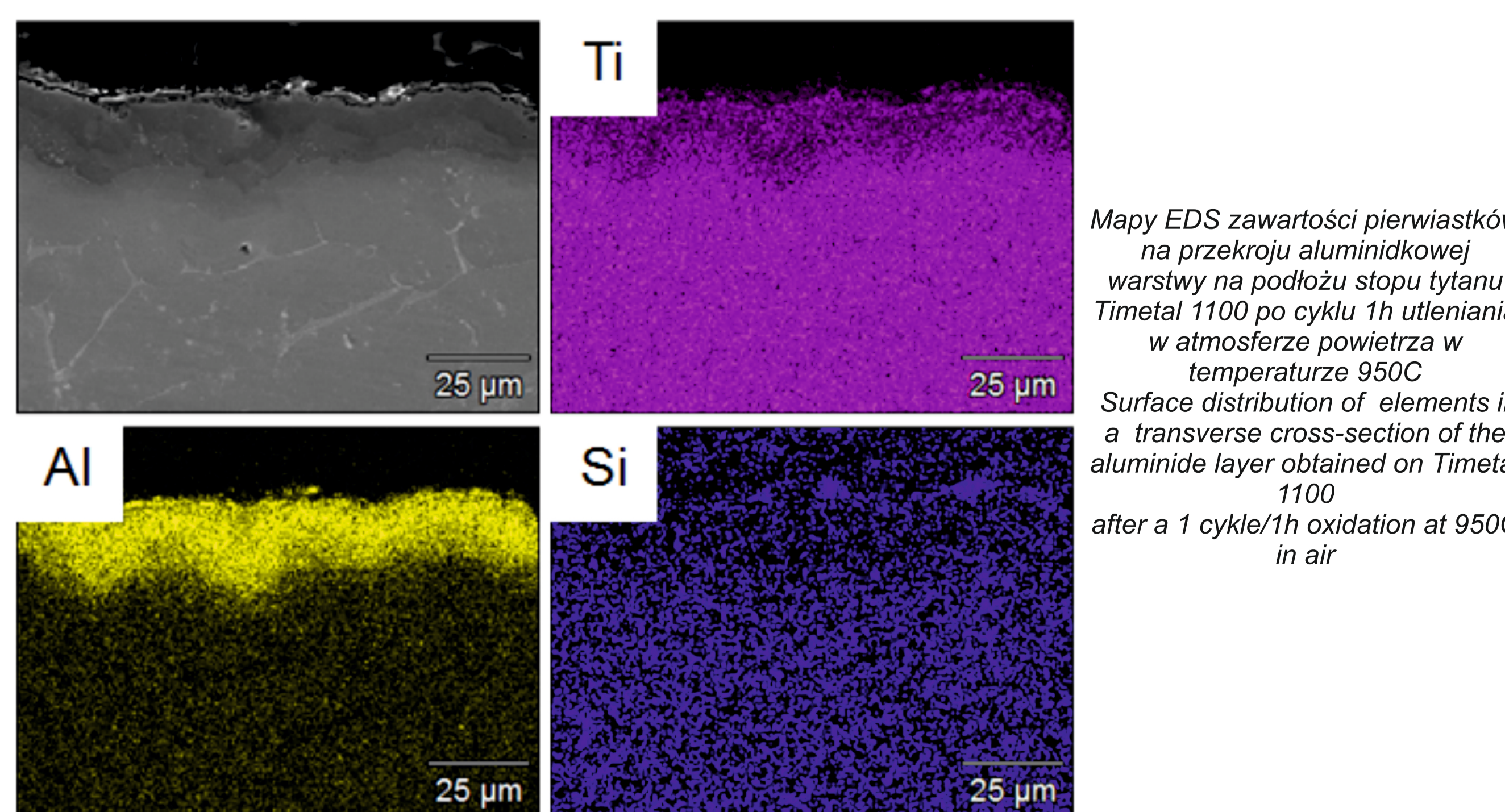
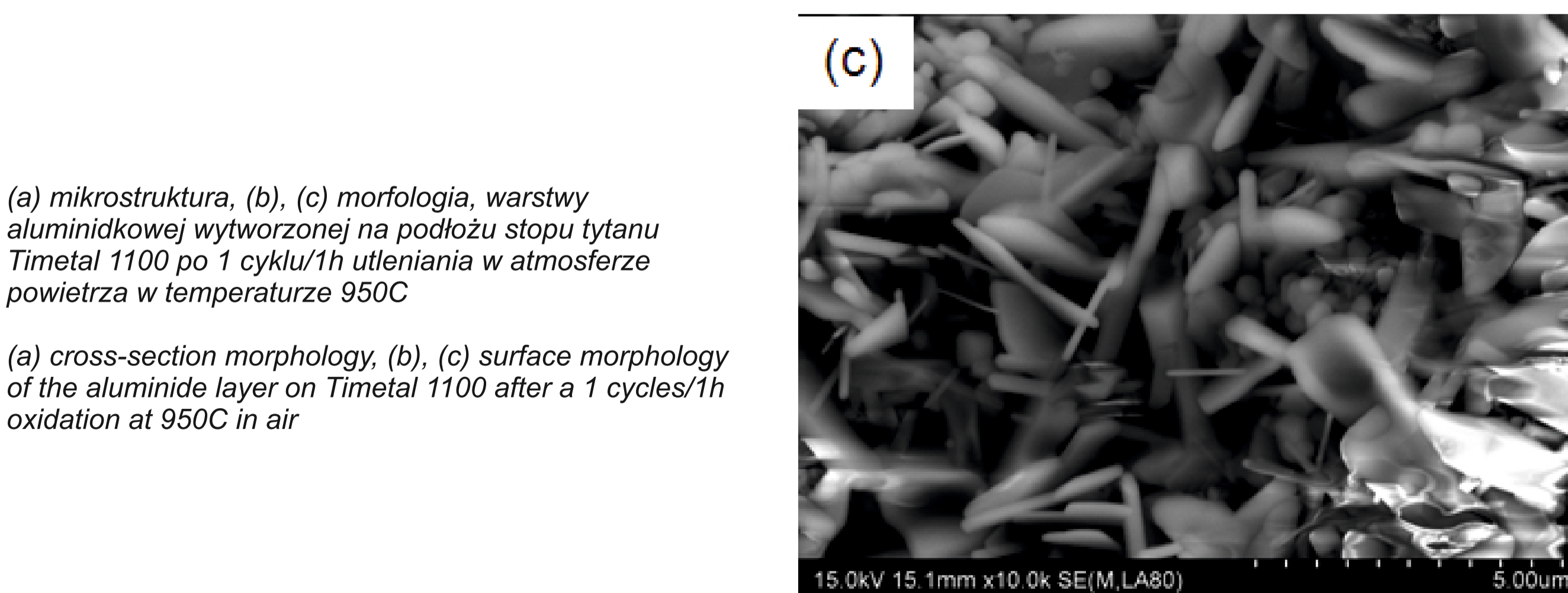
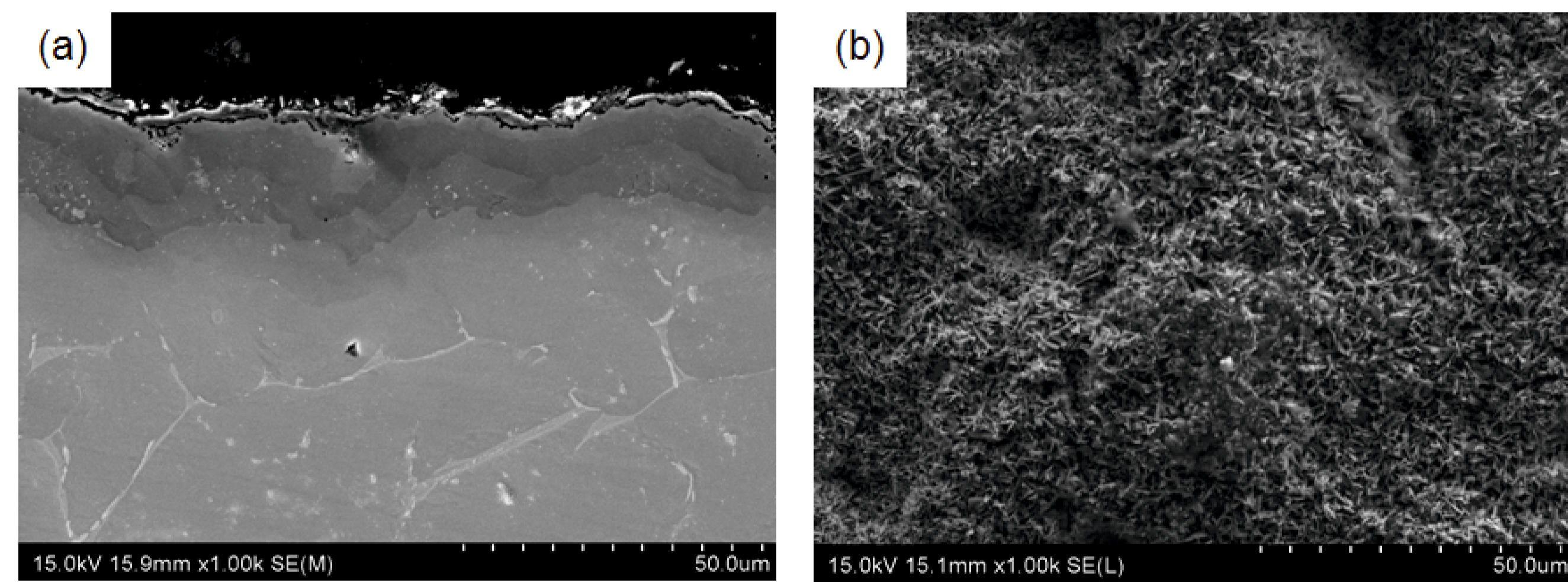
Mapy EDS zawartości pierwiastków na przekroju aluminikowej warstwy na podłożu stopu tytanu Timetal 1100  
Surface distribution of elements in a transverse cross-section of the aluminate layer obtained on Timetal 1100

	Weight %			
	Al-K	Ti-K	Zr-L	Sn-L
pt 1	47,06	49,98	2,96	1,05
pt 2	15,00	80,59	3,37	2,61
pt 3	6,98	86,37	4,04	2,61

	Atomic %			
	Al-K	Ti-K	Zr-L	Sn-L
pt 1	61,85	37,00	1,15	0,39
pt 2	24,33	73,66	1,62	1,03
pt 3	12,15	84,73	2,08	1,03

Skład chemiczny aluminikowej warstwy na podłożu stopu tytanu Timetal 1100  
Chemical composition of the aluminate layer obtained on Timetal 1100



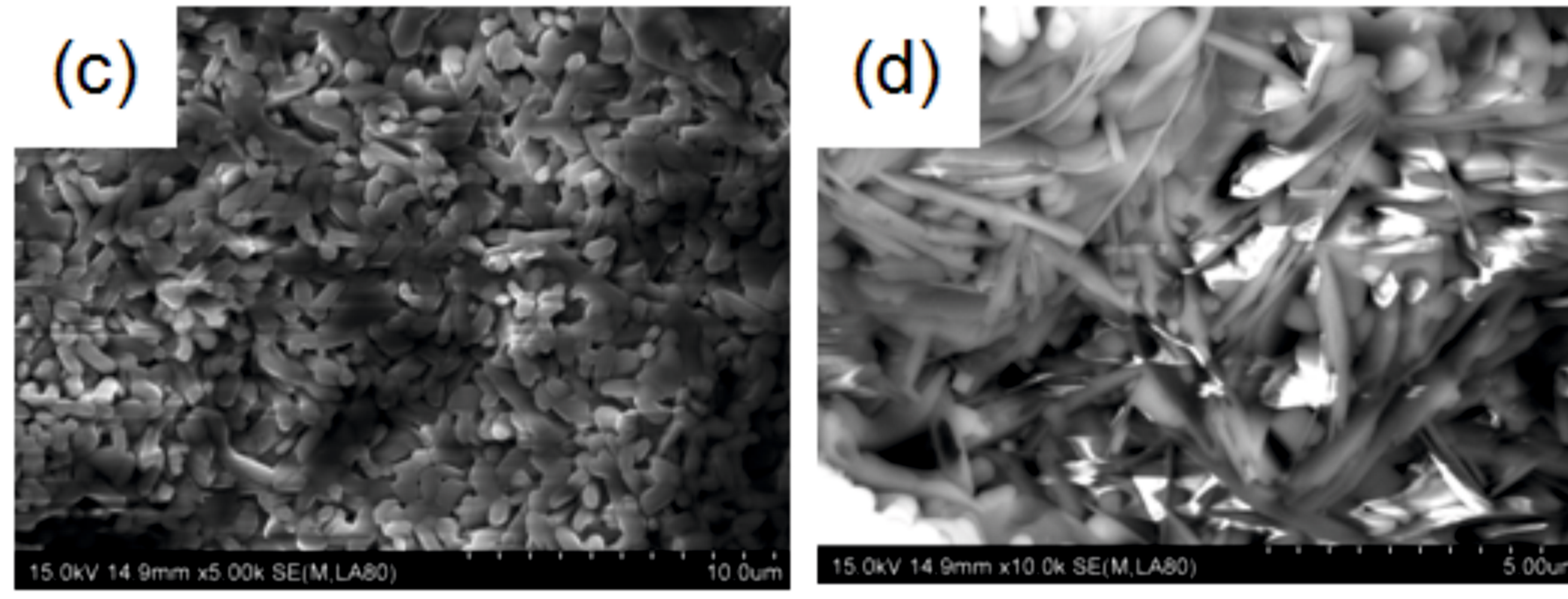
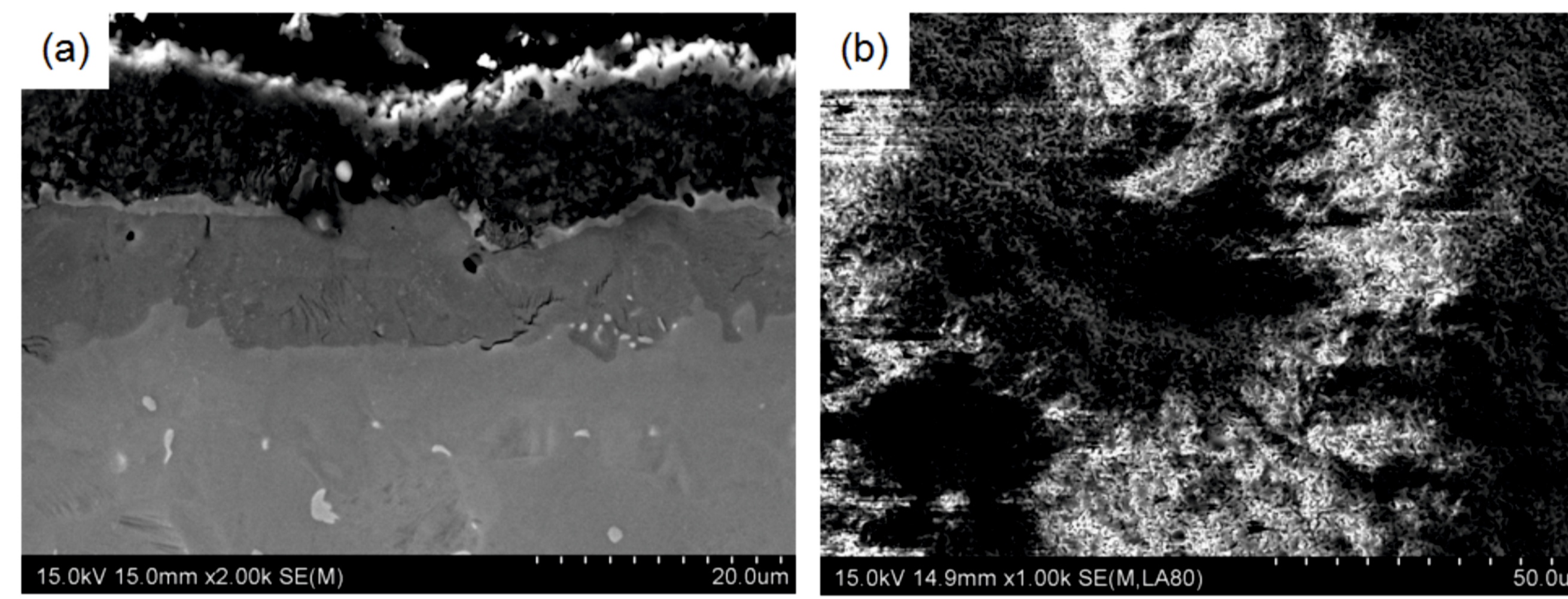
Mapy EDS zawartości pierwiastków na przekroju aluminikowej warstwy na podłożu stopu tytanu Timetal 1100 po 1 cyklu/1h utleniania w atmosferze powietrza w temperaturze 950C  
Surface distribution of elements in a transverse cross-section of the aluminate layer obtained on Timetal 1100 after a 1 cycle/1h oxidation at 950C in air

	Weight %						
	C-K	O-K	Al-K	Si-K	Ti-K	Zr-L	Mo-L
pt 1	18,59	35,35	11,95	0,72	30,54	0,81	2,04
pt 2	5,06	44,86	7,07	0,37	46,70	3,38	88,87
pt 3							

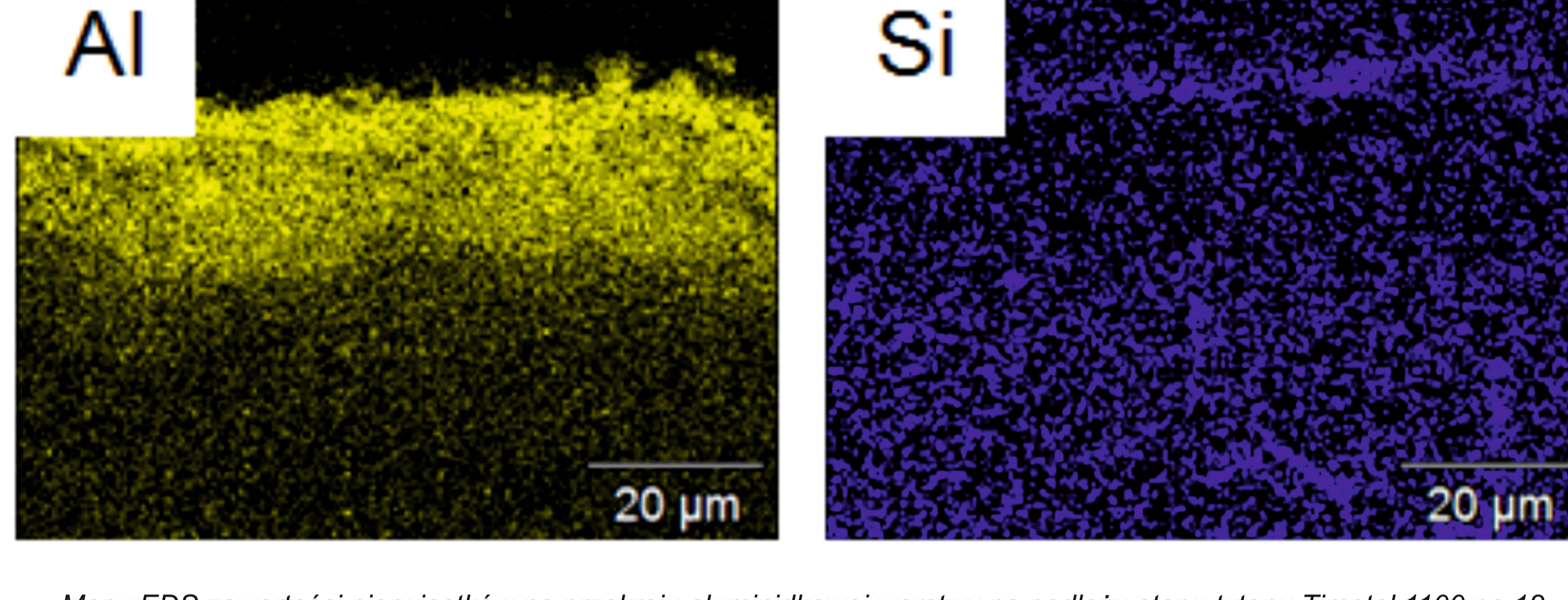
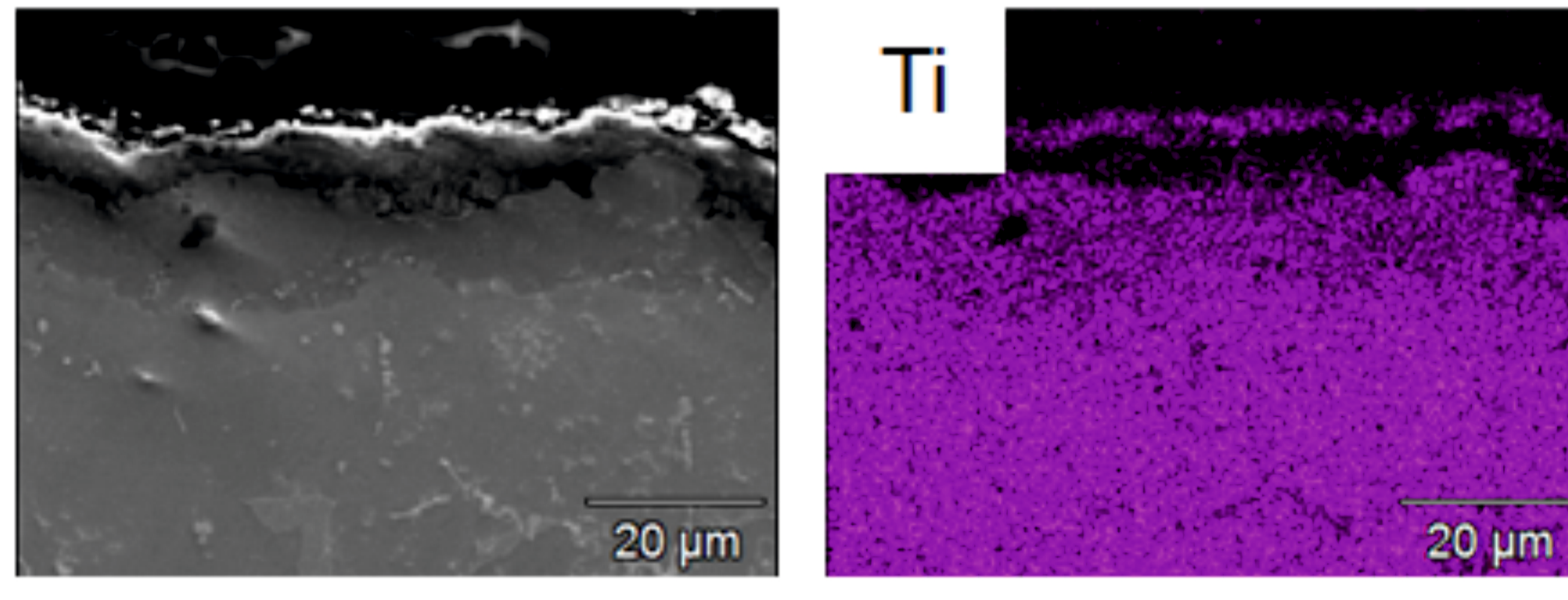
  

	Atomic %						
	C-K	O-K	Al-K	Si-K	Ti-K	Zr-L	Mo-L
pt 1	31,63	45,15	9,05	0,52	13,03	0,18	0,44
pt 2	13,62	53,70	12,07	0,61	31,49	1,20	1,87
pt 3							

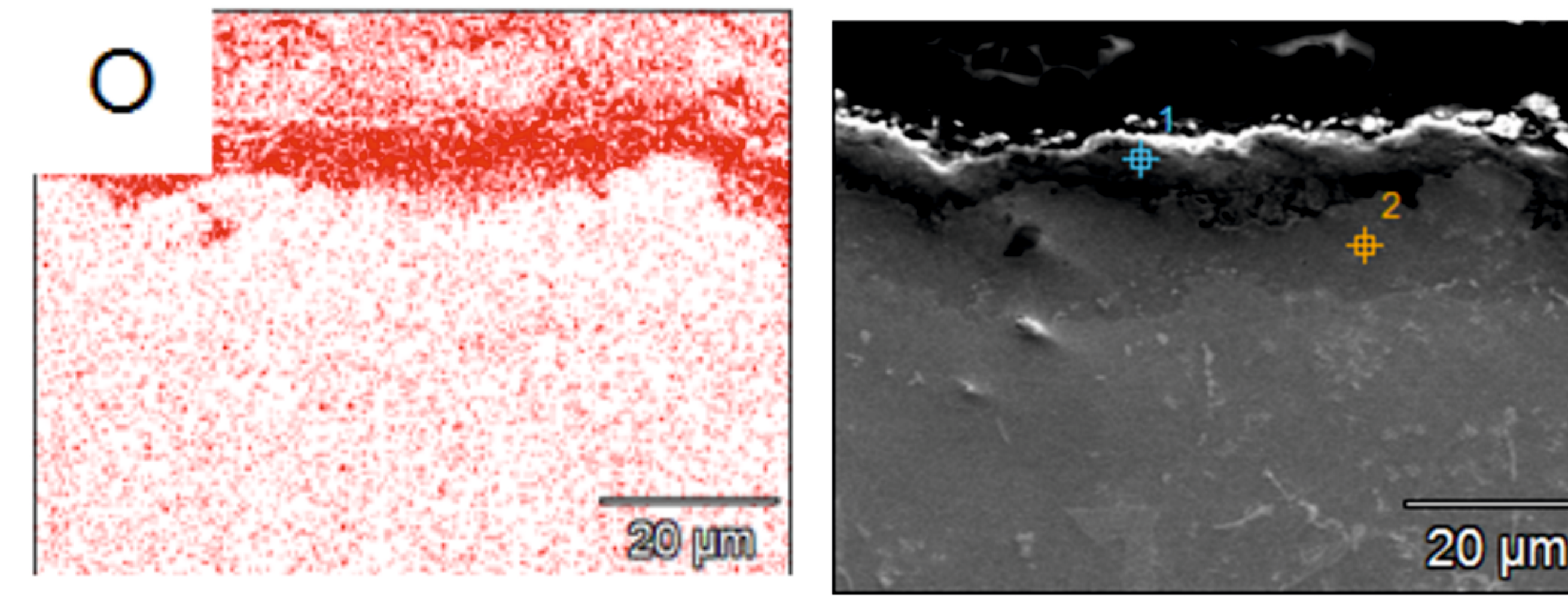
Skład chemiczny aluminikowej warstwy na podłożu stopu tytanu Timetal 1100 po 1 cyklu/1h utleniania w atmosferze powietrza w temperaturze 950C  
Chemical composition of the aluminate layer obtained on Timetal 1100 after a 1 cycle/1h oxidation at 950C in air



(a) mikrostruktura, (b, c i d) morfologia warstwy aluminikowej wytworzonej na podłożu stopu tytanu Timetal 1100 po 12 cyklach/1h utleniania w atmosferze powietrza w temperaturze 950C  
(a) cross-section morphology, (b, c and d) surface morphology of the aluminate layer on Timetal 1100 after a 12cycles/1h oxidation at 950C in air



Mapy EDS zawartości pierwiastków na przekroju aluminikowej warstwy na podłożu stopu tytanu Timetal 1100 po 12 cyklach/1h utleniania w atmosferze powietrza w temperaturze 950C  
Surface distribution of elements in a transverse cross-section of the aluminate layer obtained on Timetal 1100 after a 12 cycles/1h oxidation at 950C in air



Skład chemiczny aluminikowej warstwy na podłożu stopu tytanu Timetal 1100 po 12 cyklach/1h utleniania w atmosferze powietrza w temperaturze 950C  
Chemical composition of the aluminate layer obtained on Timetal 1100 after a 12 cycles/1h oxidation at 950C in air

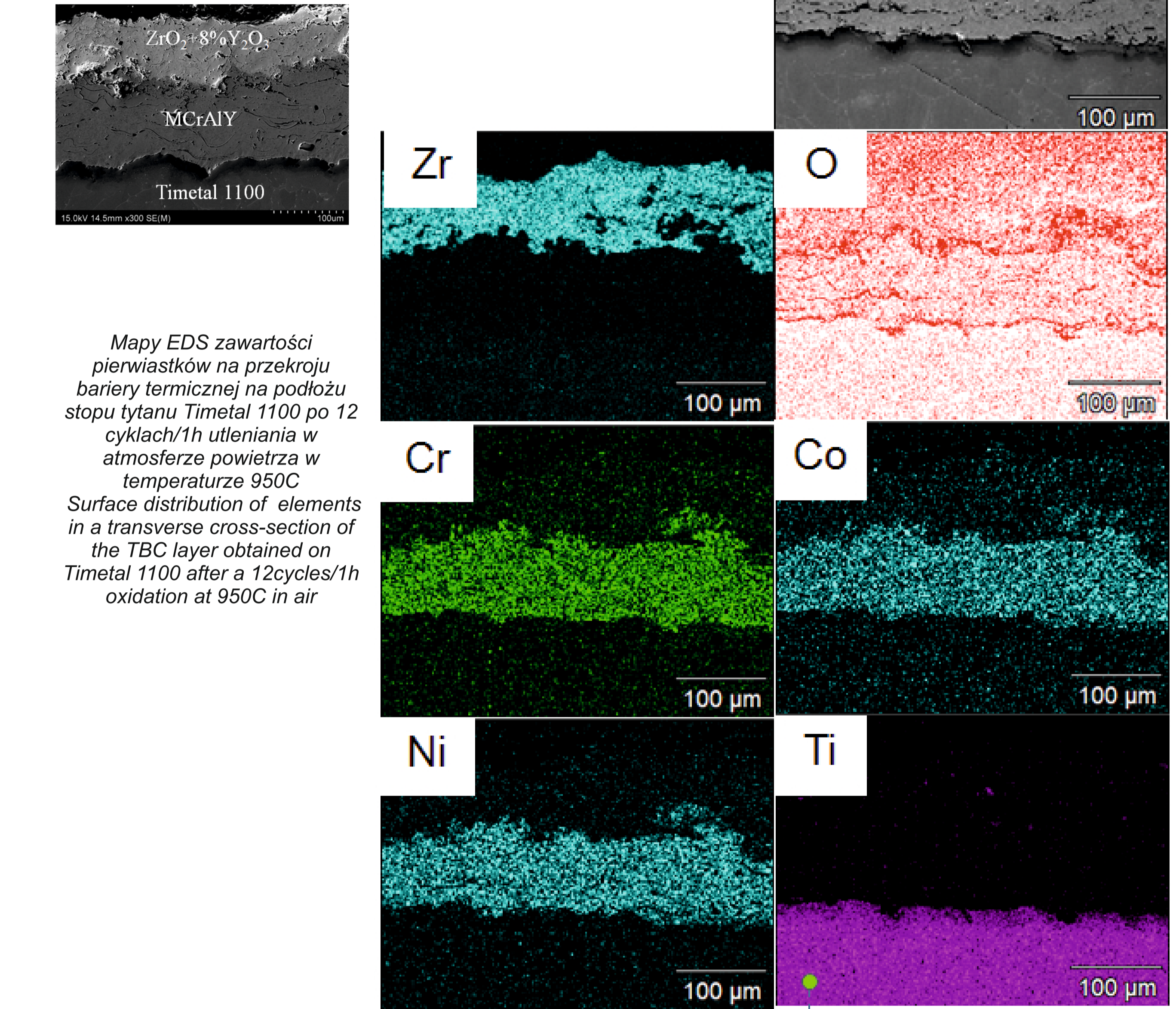
	Weight %						
	C-K	O-K	Al-K	K-K	Ti-K	Zr-L	Mo-L
pt 1		57,94	29,41	0,10	10,76		1,78
pt 2	8,90		34,68		51,83	4,59	

	Atomic %						
	C-K	O-K	Al-K	K-K	Ti-K	Zr-L	Mo-L
pt 1		73,05	21,99	0,05	4,53		0,37
pt 2	23,47		40,69		34,25	1,59	

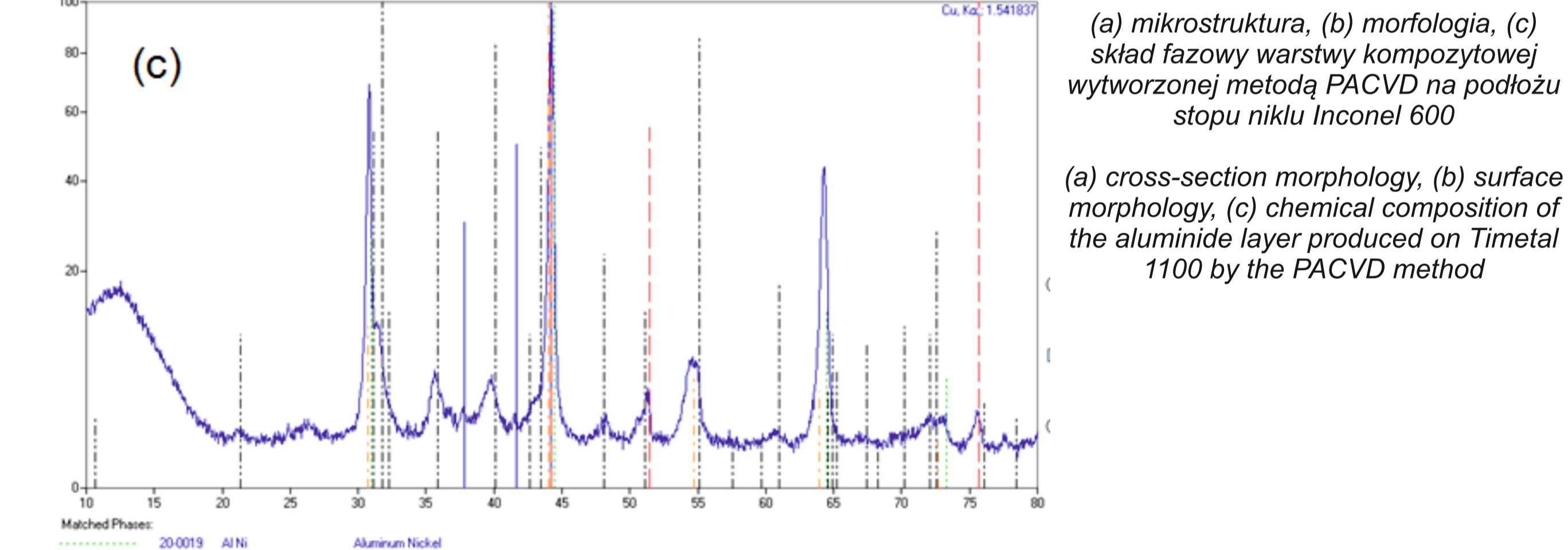
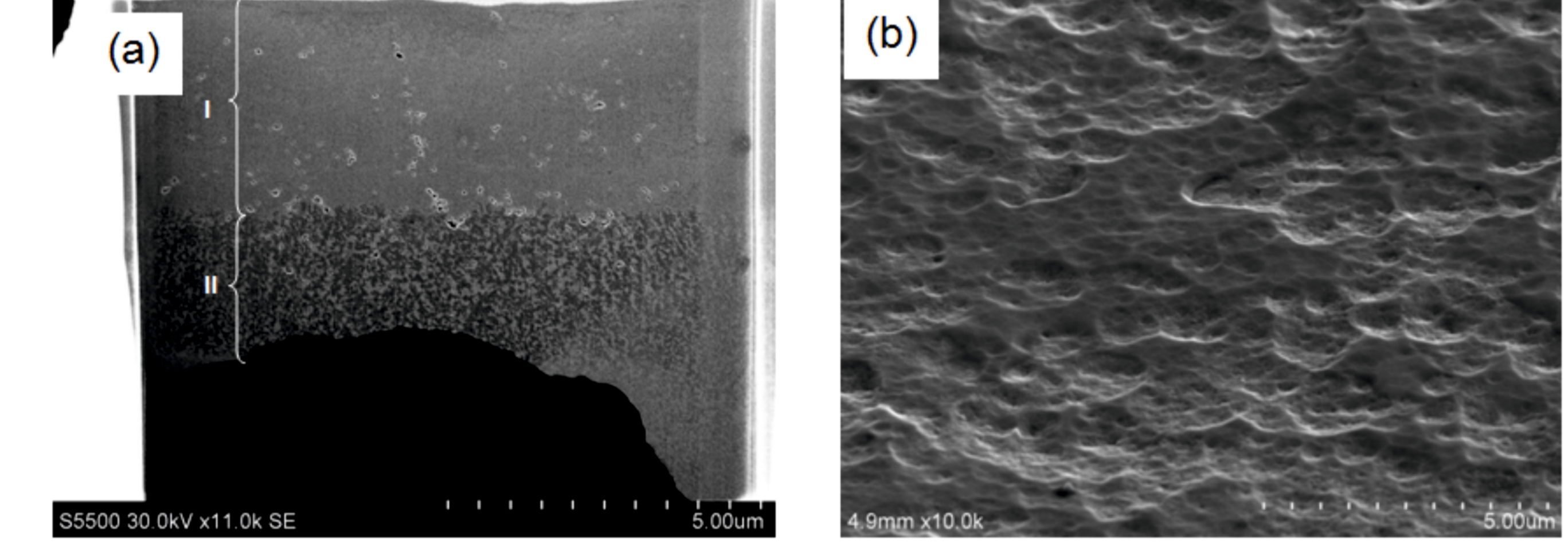
#### Mikrostruktura bariery termicznej TBC wytworzonej na podłożu stopu tytanu Timetal 1100

#### Microstructure of the TBC thermal barrier coating produced on a Timetal 1100 substrate

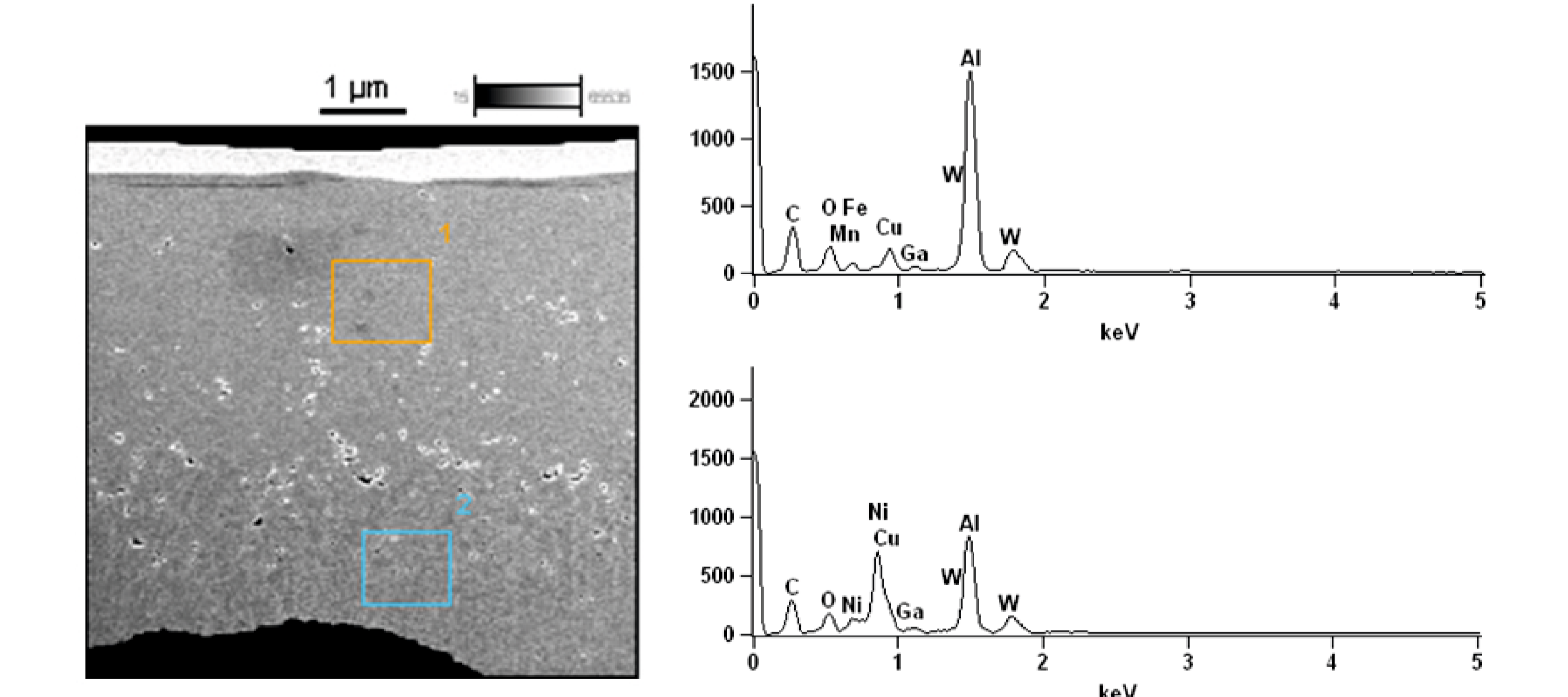


Mapy EDS zawartości pierwiastków na przekroju bariery termicznej na podłożu stopu tytanu Timetal 1100 po 12 cyklach/1h utleniania w atmosferze powietrza w temperaturze 950C  
Surface distribution of elements in a transverse cross-section of the TBC layer obtained on Timetal 1100 after a 12cycles/1h oxidation at 950C in air

#### Opracowanie podstaw technologii wytwarzania kompozytowych warstw ochronnych metodą PACVD z wykorzystaniem związków metaloorganicznych



(a) mikrostruktura, (b) morfologia, (c) skład fazowy warstwy kompozytowej wytworzonej metodą PACVD na podłożu stopu niklu Inconel 600  
(a) cross-section morphology, (b) surface morphology, (c) chemical composition of the aluminate layer produced on Timetal 1100 by the PACVD method



Obraz mikrostruktury kompozytowej warstwy wytworzonej w procesie PACVD na podłożu stopu niklu Inconel 600  
Microstructure of the composite layer produced on Inconel 600 by the PACVD method

	Weight %			
	O-K	Al-K	Fe-K	Ni-K
pt 1	14,68	83,37	0,36	1,23
pt 2	8,45	37,54	2,70	51,31

	Atomic %			
	O-K	Al-K	Fe-K	Ni-K
pt 1	22,70	76,46	0,16	0,52
pt 2	18,58	48,96	1,70	30,76

Skład chemiczny warstwy  
Chemical composition of the layer

#### Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

**Referaty:**  
1. R. Sitek, J. Kamiński, P. Wiśniewski, H. Matysiak, K. J. Kurzydowski, *Corrosion Resistance of Chromium-Nitrogen Layer Produced on Nickel Superalloy Inconel 718 by PACVD Method*, Proceedings of The 19th Annual Meeting of IAPS International Workshop in Taipei, Vol. 21 (2012) 53-54