

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Odlewanie precyzyjne stopów Ni na krytyczne części silników lotniczych

Investment casting of Ni alloys of critical parts of aircraft engines

Politechnika Łódzka, Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego
Title of the innovative solution

Lejna mieszanina formierska do produkcji ceramicznych form odlewniczych
Slurry for the production of ceramic shell molds Nr zgłoszenia polskiego /Patent application: P.406518 (2013).

Lejna mieszanina formierska do produkcji warstw ceramicznych form odlewniczych
Slurry for the production of ceramic shell molds Nr zgłoszenia polskiego /Patent application: P.412318 (2015).

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

Przedmiotem wynalazku jest mieszanina formierska na bazie proszku SiC, wodnego nanokompozytu zawierającego nano SiO₂ pełniącego rolę spoiwa konstrukcyjnego oraz spoiw dodatkowych:

- a) wodorozpuszczalnych spoiw: tj. poli(alkohol winylowy), glikol poli(etylenowy), dekstryna, metylceluloza, karboksymetylceluloza.
- b) wodorozpuszczalnych spoiw dyspersyj: poli(akrylowych), poli(winylowych) poli(uretanowych), poli(winylowo-akrylowych), poli(akrylowo-aliilowa);

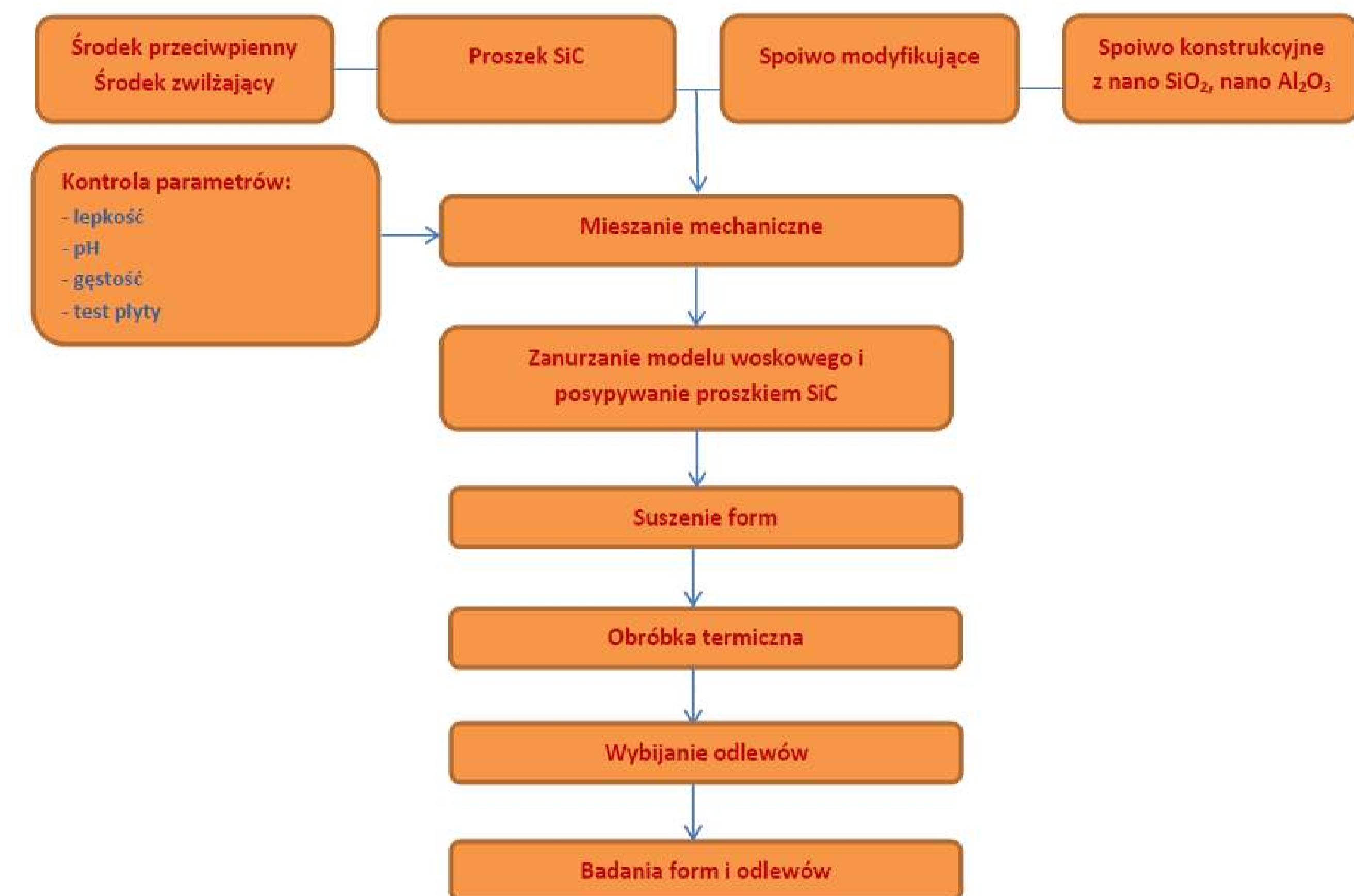
a także rodków przeciwpiannych i zwiilżających sporządzona w celu wytworzenia ceramicznej formy odlewniczej stosowanej w metalurgii i odlewnictwie precyzyjnym maszyn oraz części lotniczych.

The present invention is based on the molding mixture of SiC powder, water nanocomposite comprising nano- SiO₂ acting as structural binder and also additional binders:

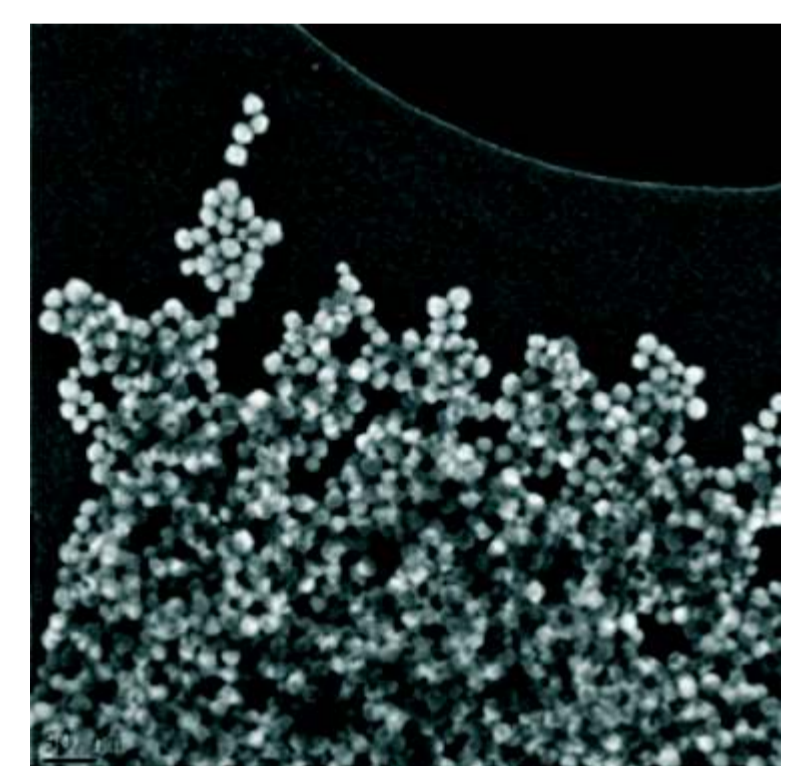
- a) water-soluble binders: ie. a poly (vinyl alcohol), poly (ethylene), dextrin, methylcellulose, carboxymethylcellulose.
- b) water-thinnable binders dispersions: poly (acrylic), poly (vinyl), poly (urethane), poly (vinyl-acrylic), poly (acrylic-allyl);

and defoamers and wetting agents in order to produce a ceramic mold used in metallurgy and foundry precision machinery and aircraft parts.

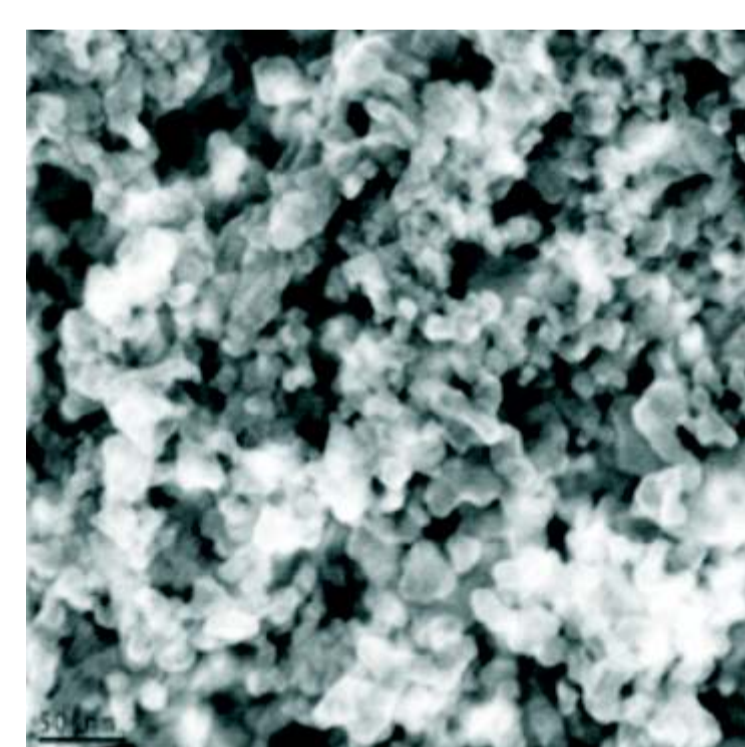
Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



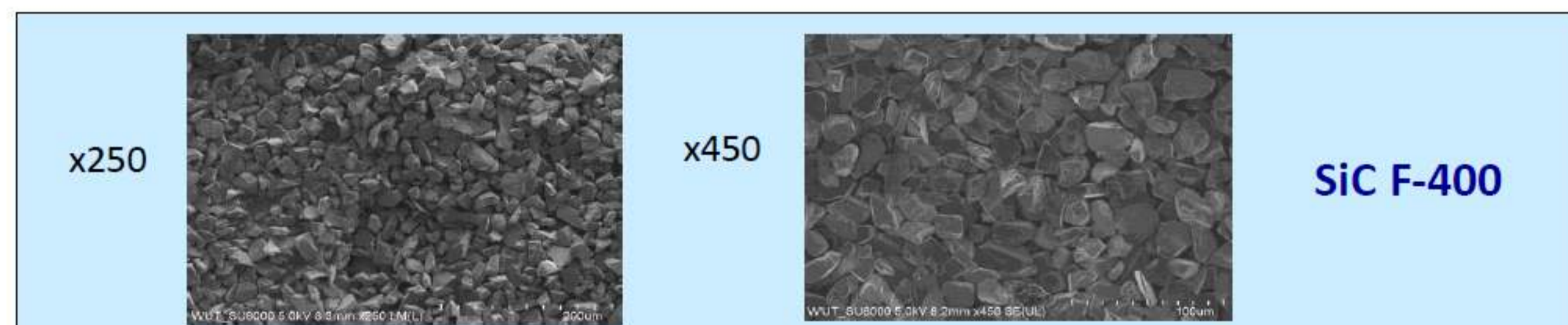
Schemat blokowy przygotowania form odlewniczych oraz odlewów
The block diagram of preparation of SiC molds and castings



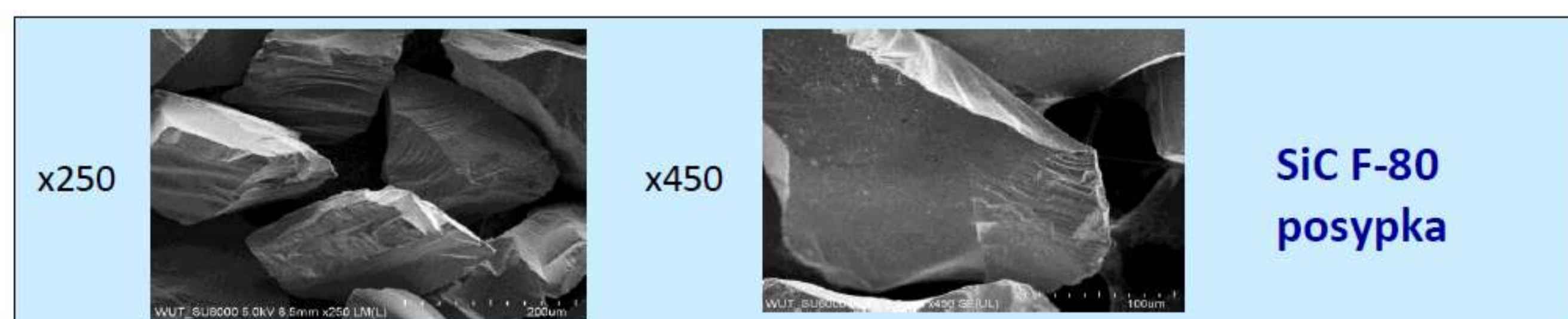
SEM spoiwa z nano SiO₂
SEM of binder with nano SiO₂.



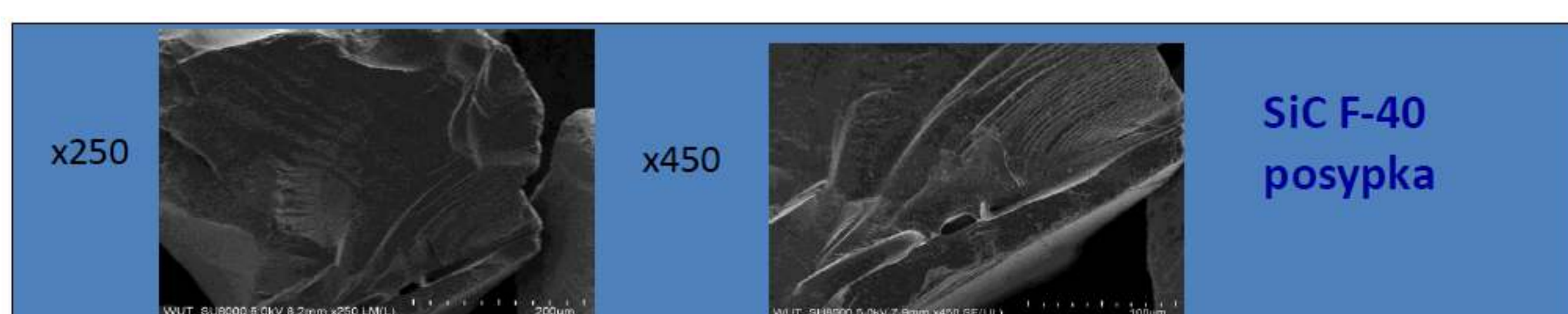
SEM spoiwa z nano Al₂O₃
SEM of binder with nano Al₂O₃.



SiC F-400



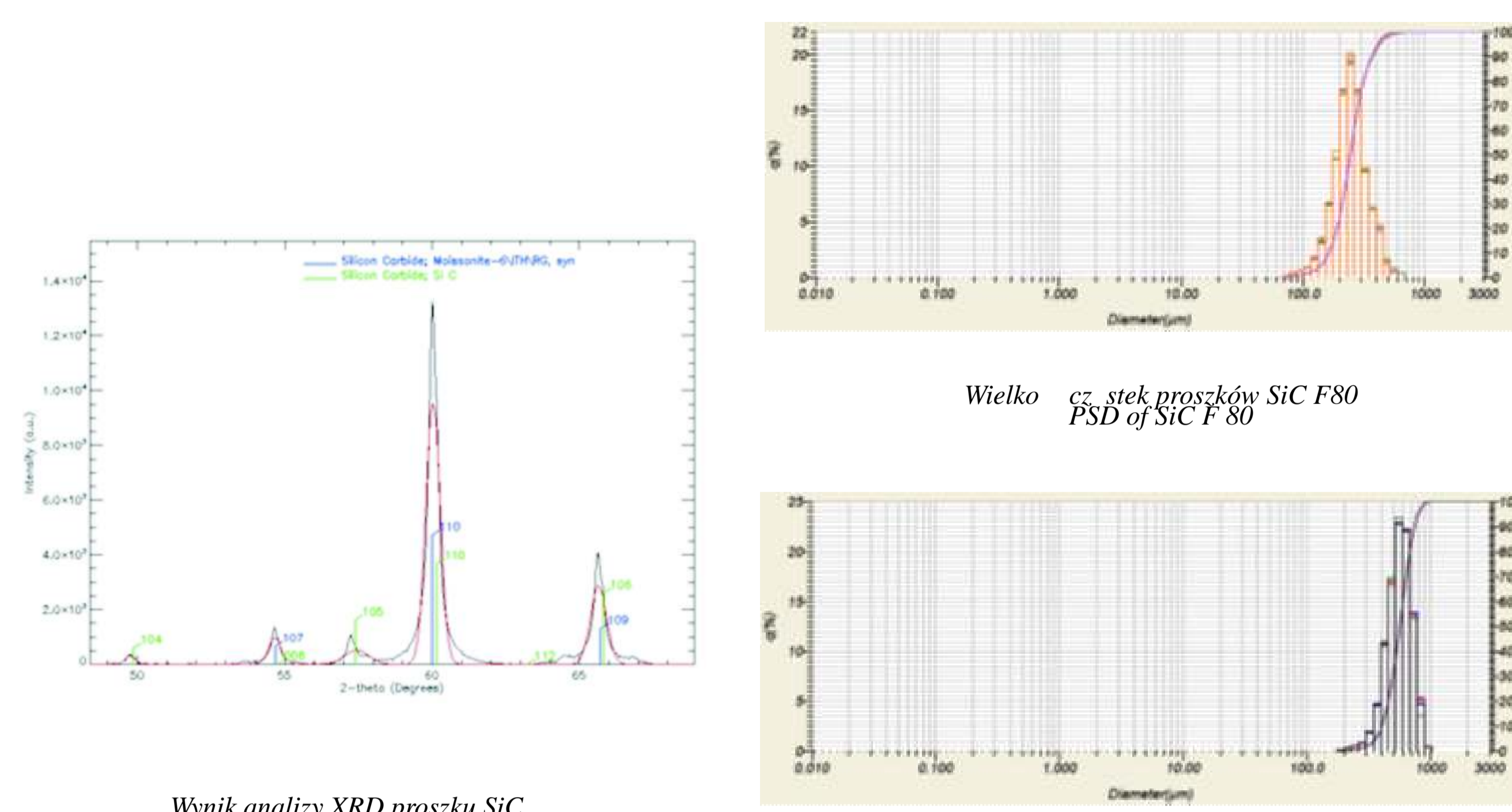
SiC F-80
posypka



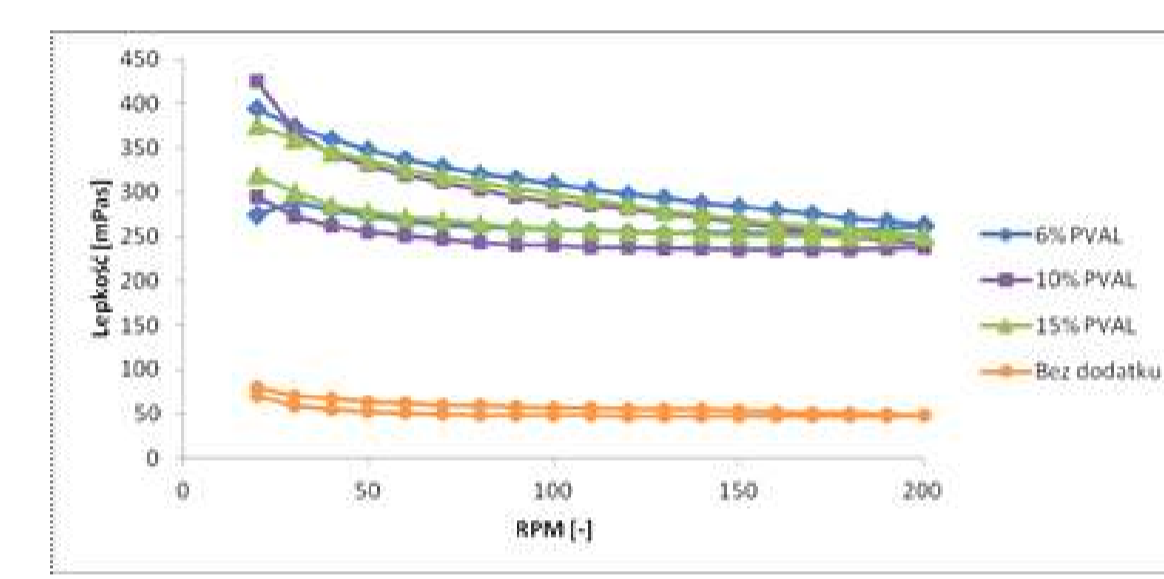
SiC F-40
posypka

Mikrostruktura proszków SiC
SEM of SiC powders

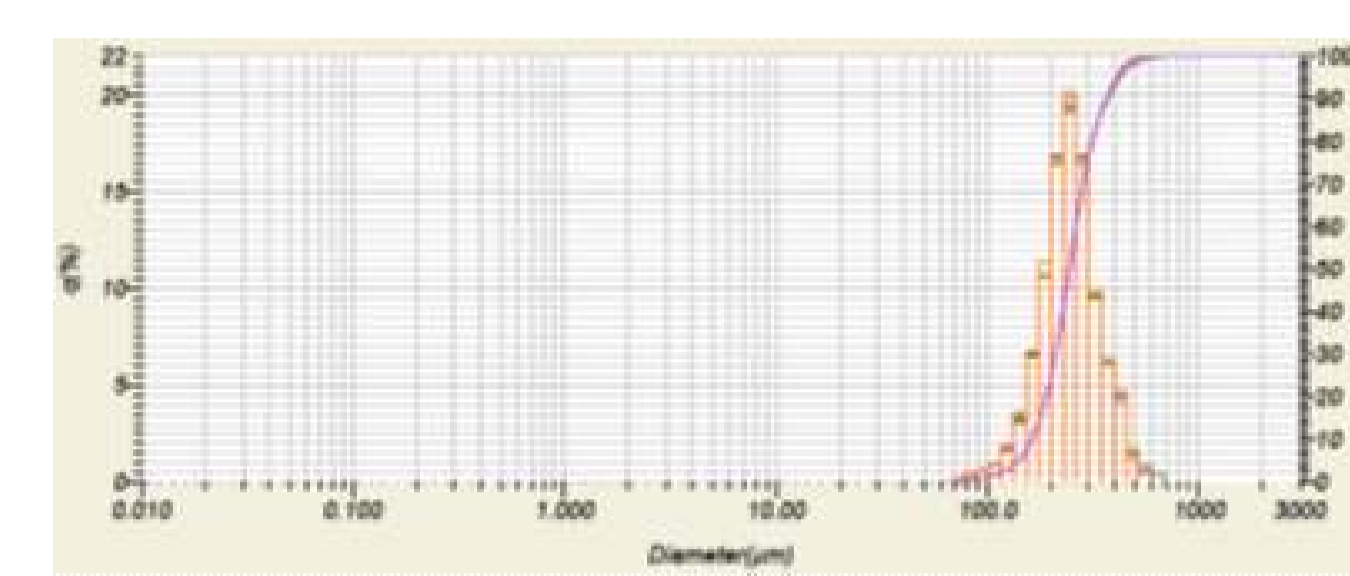
Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



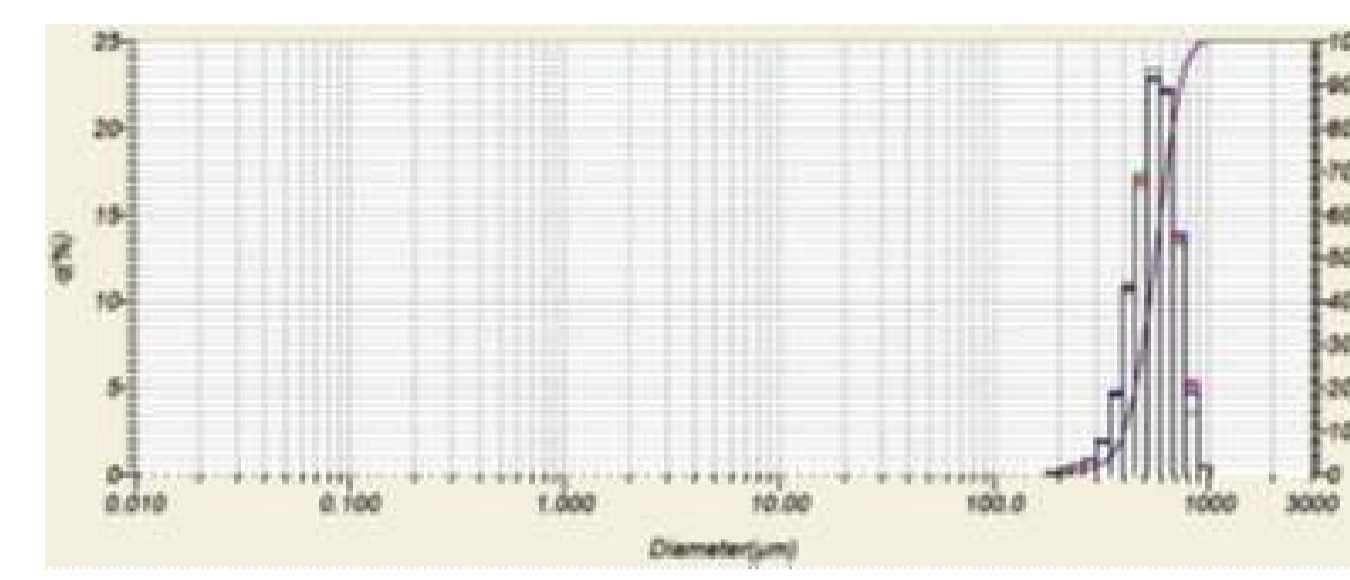
Wynik analizy XRD proszku SiC
XRD of SiC powder



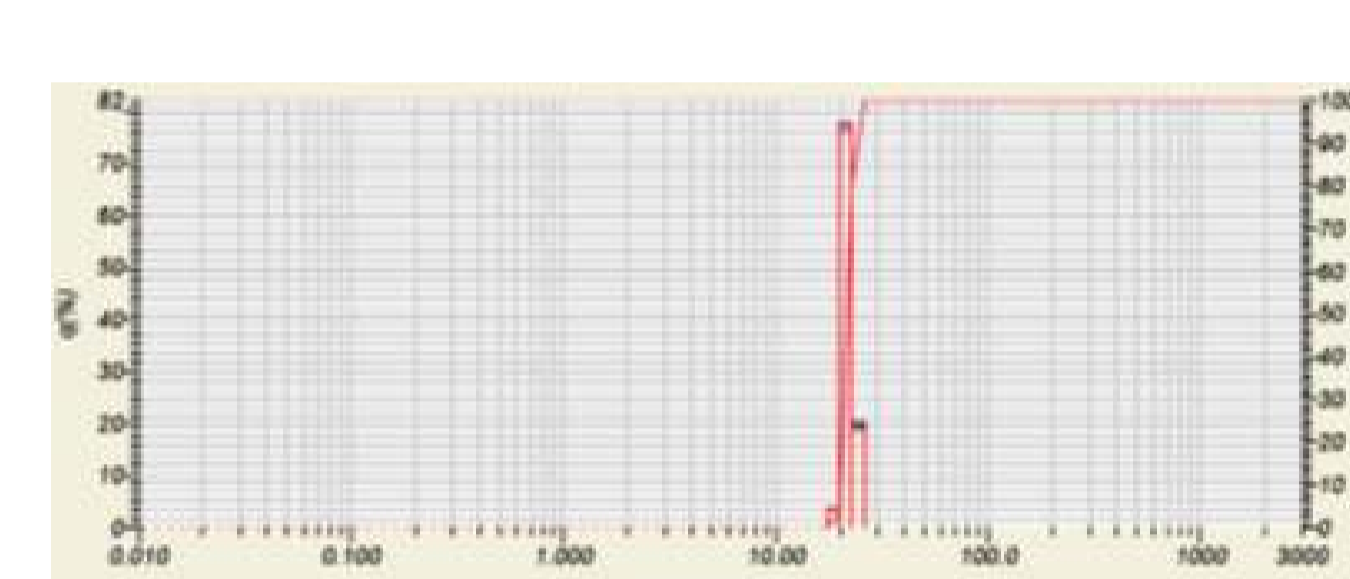
Łepkość dynamiczna mieszanek z SiC z PVAL (FL=65%)
Dynamic viscosity of SiC slurries with PVAL (FL=65%)



Wielkość cząstek proszku SiC F80
PSD of SiC F-80



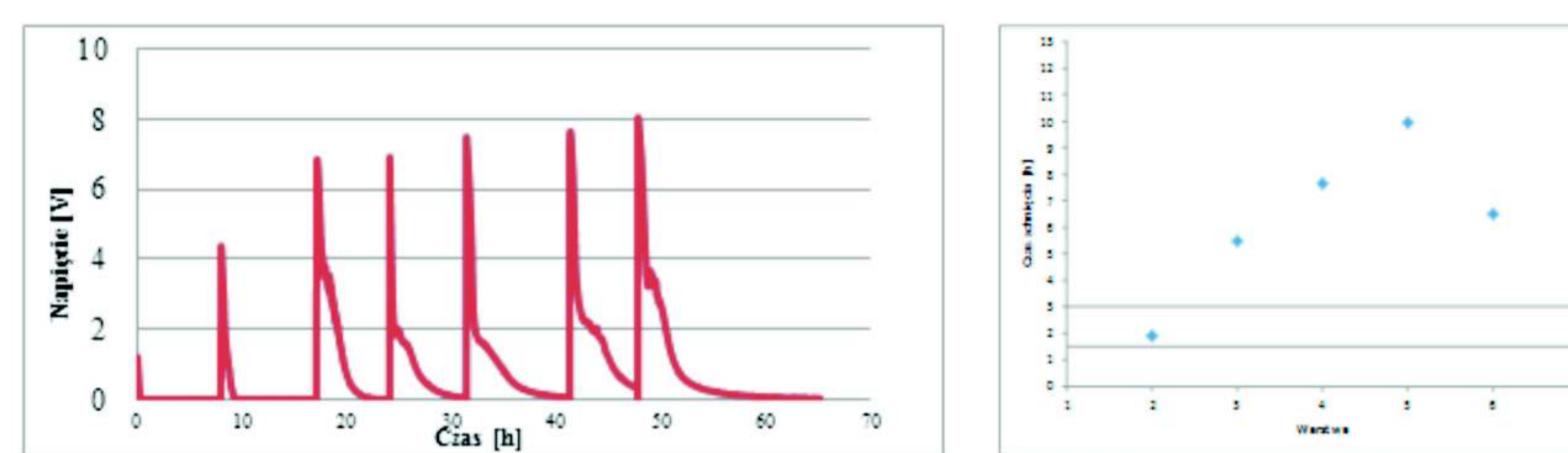
Wielkość cząstek proszku SiC F40
PSD of SiC F-40



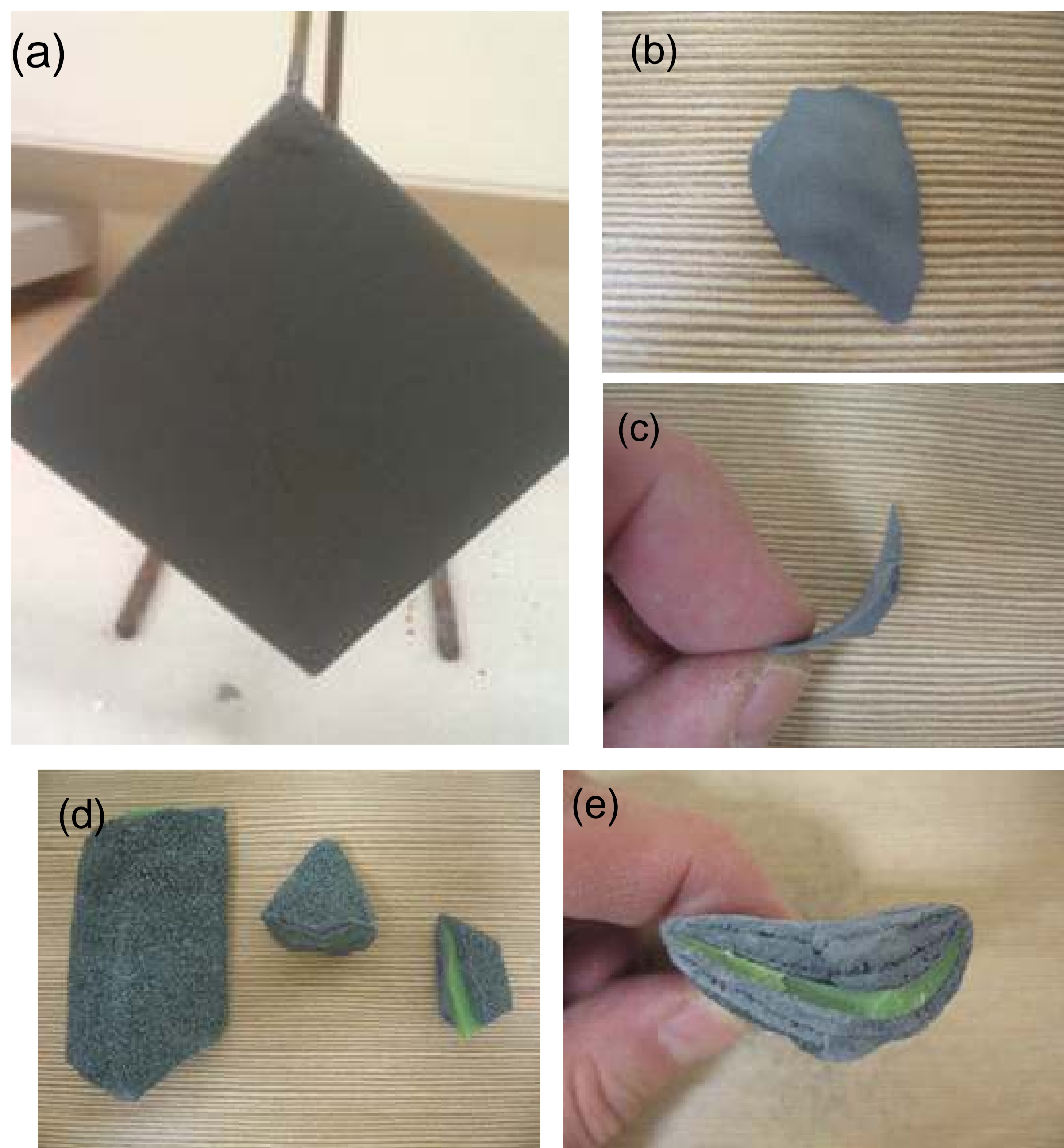
Wielkość cząstek proszku SiC F400
PSD of SiC F-400



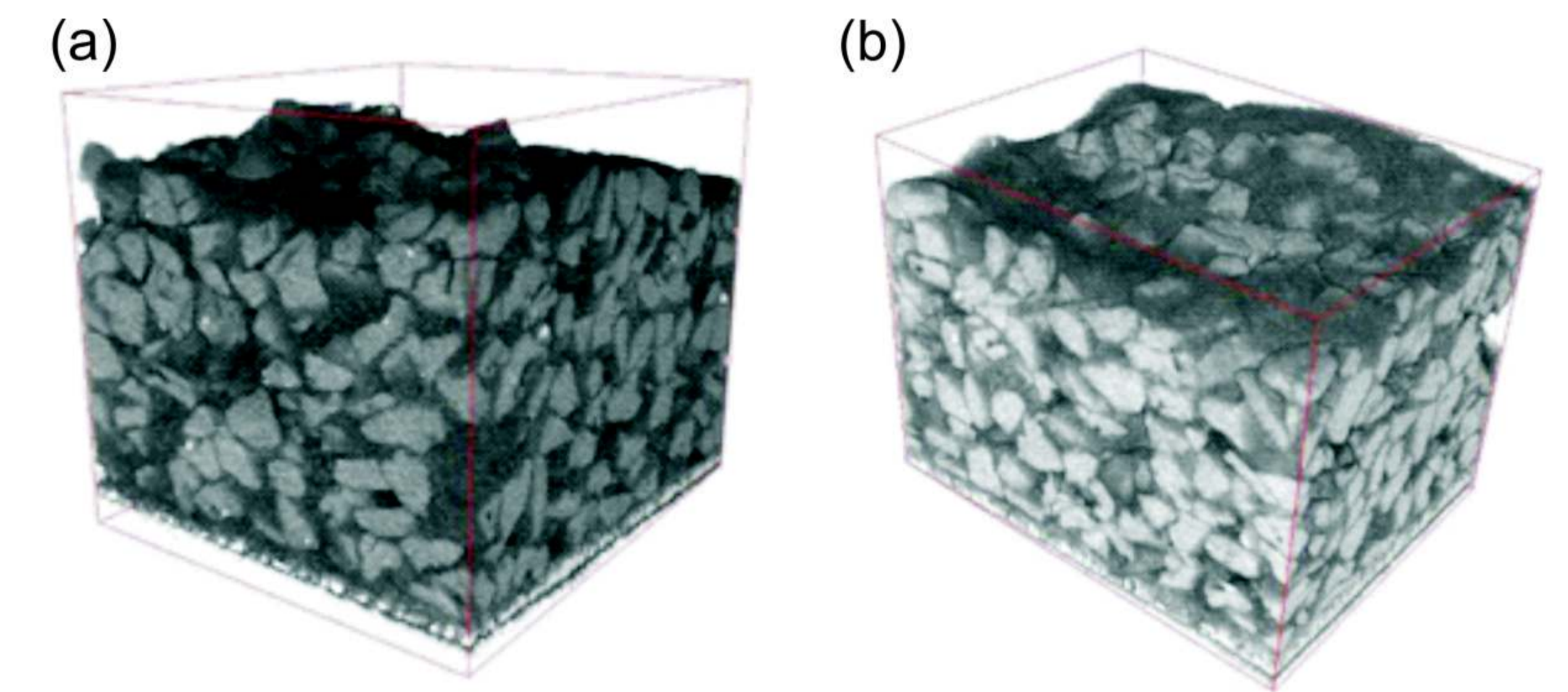
Posypywanie / Powdering



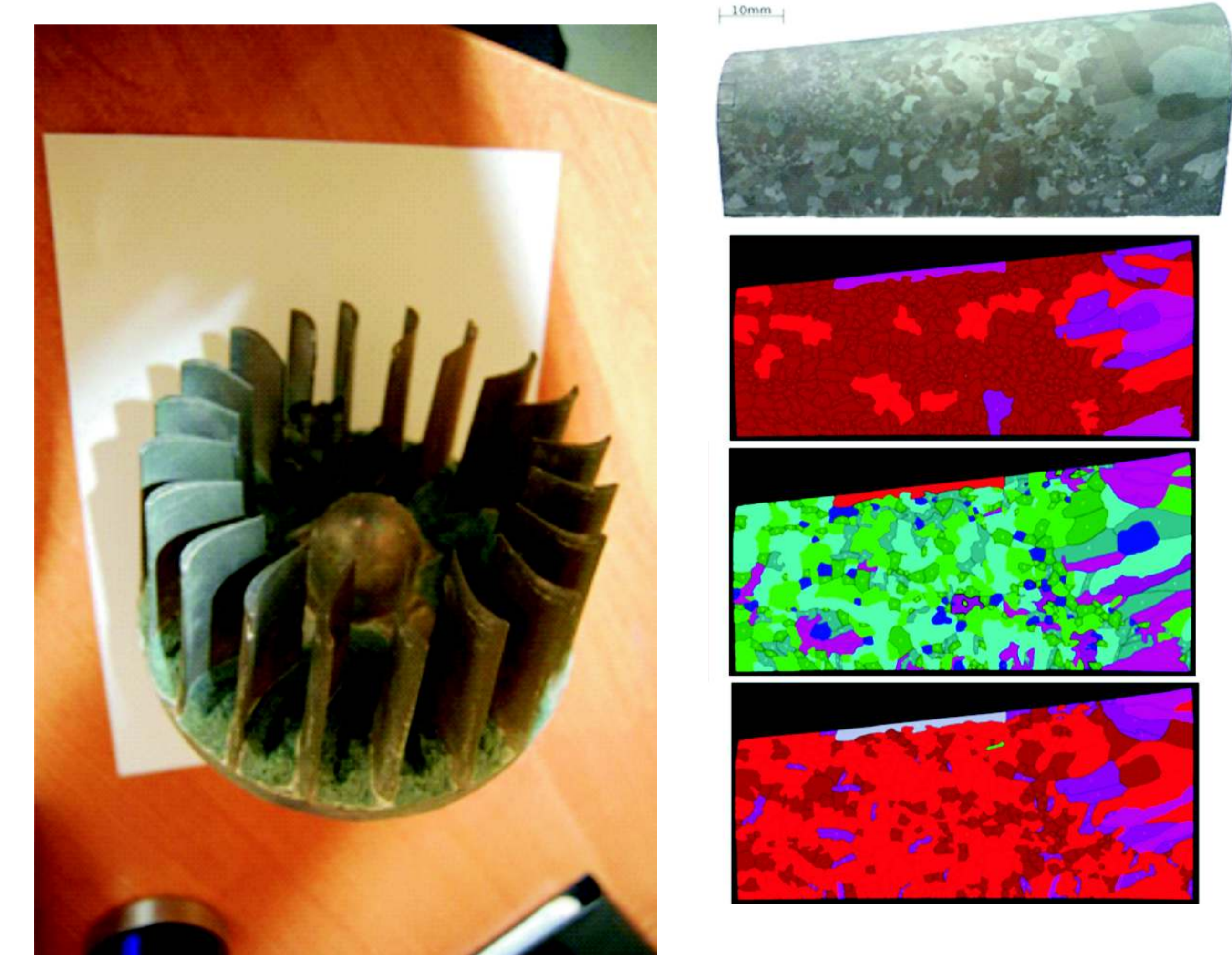
Badania kinetyki suszenia formy z SiC
Drying kinetic test of SiC shell mold



Adhezja masy formierskiej z 6% wag. udziałem PVAL do: (a) płyty mosiężnej; (b-c) modelu woskowego fragmentu łopatk silnika lotniczego (warstwa przyrodowa bez posypki); (d-e) trzech warstw wraz z posypkami.
Adhesion of the slurry containing 6 wt. % PVAL involving: (a) the brass plate; (b-c) the wax model (1st layer without powdering); (d-e) three layers with powdering.



Wynik tomografii rentgenowskiej formy z SiC: a) stan surowy; b) stan wyarszony.
X-ray tomography test of SiC shell mould: a) green state; b) after annealing



Odlew części turbiny z nadstopu niklu Inconel 713C
Cast blades (turbine part) of Ni superalloy Inconel 713C

Mikrostruktura stopu niklu Inconel 713C
Microstructure of Inconel 713C superalloy (EBSD maps).

Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Zalety
Możliwość wytwarzania form ceramicznych, które charakteryzują się wysokim przewodnictwem cieplnym, co znacznie skrót czas krzepnięcia odlewu, a co za tym idzie może spowodować wzrost jego wagi. Fizyko-chemicznych

The ability to produce ceramic shell molds, which are characterized by high thermal conductivity, greatly reduce the time of casting solidification, and thus may increase its physico-mechanical parameters.

Ograniczenia
Brak/the lack

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

odlewanie precyzyjne części silników i maszyn, lotnictwo, przemysł ceramiczny
Precision casting for engines parts and machinery, aviation, ceramics

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

Gotowe rozwiązania do zastosowania (TRL = 8)
ready to use

Twórcy/Authors: M. Małek, P. Wiśniewski, H. Matysiak, K.J. Kurzydłowski

Dane kontaktowe / Contacts:
dr inż. Paweł Wiśniewski, p.wisniewski@inmat.pw.edu.pl, +48 22 234 81 58
mgr inż. Marcin Małek, marcin.malek@inmat.pw.edu.pl, +48 22 234 81 56



Formy z SiC
SiC shell moulds