



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Opracowanie technologii wytwarzania rdzeni łopatek turbin gazowych i turbosprężarek metodą wtrysku wysokociśnieniowego

Magdalena Gromada, Agata Sokołowska

Instytut Energetyki, Oddział Ceramiki CEREL,

ul. Techniczna 1, 36-040 Boguchwała

Marek Kostecki, Andrzej Olszyna

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej,

ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa

Wymagania stawiane rdzeniom

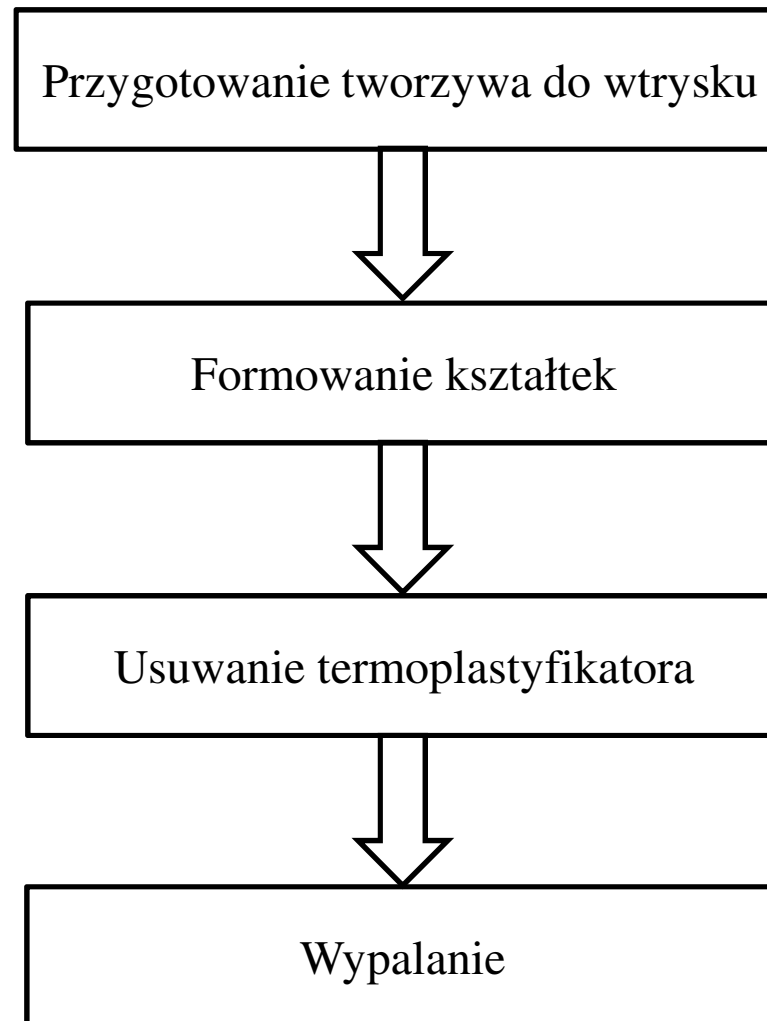
- ✓ możliwość formowania skomplikowanych kształtów
- ✓ mała skurczliwość podczas formowania i spiekania
- ✓ wysoka odporność na oddziaływanie stopu
- ✓ niski współczynnik rozszerzalności cieplnej
- ✓ wysoka wytrzymałość mechaniczna
- ✓ porowatość pozorna rdzeni umożliwiająca łatwe ich roztwarzanie



Metoda wtrysku wysokociśnieniowego

- umożliwia formowanie skomplikowanych elementów o kształtach bardzo zbliżonych do gotowego wyrobu,
- pozwala na wykonanie wyrafinowanych kształtek o stosunkowo małych przekrojach poprzecznych,
- zapewnia konkurencyjny koszt wytworzenia,
- stosowana jest w produkcji masowej.

Etapy wtrysku wysokociśnieniowego



Przygotowanie tworzywa do wtrysku

- ❖ opracowanie składu proszku
- ❖ dobór termoplastyfikatora
- ❖ urabianie tworzywa do wtrysku
- ❖ rozdrobnienie tworzywa



Tworzywo do wtrysku



**Urządzenie do urabiania masy ceramicznej
z termoplastyfikatorami GC-MIX-12/13**

Formowanie kształtek

- ❖ zaprojektowanie i wykonanie form
- ❖ dobór parametrów wtrysku
- ❖ zaformowanie belek i rdzeni



Laboratoryjna wtryskarka wysokociśnieniowa BOY XS

Usuwanie termoplastyfikatora i wypalanie

- ❖ usuwanie termoplastyfikatora w wodzie
- ❖ termiczne usuwanie termoplastyfikatora
- ❖ wypalanie kształtek



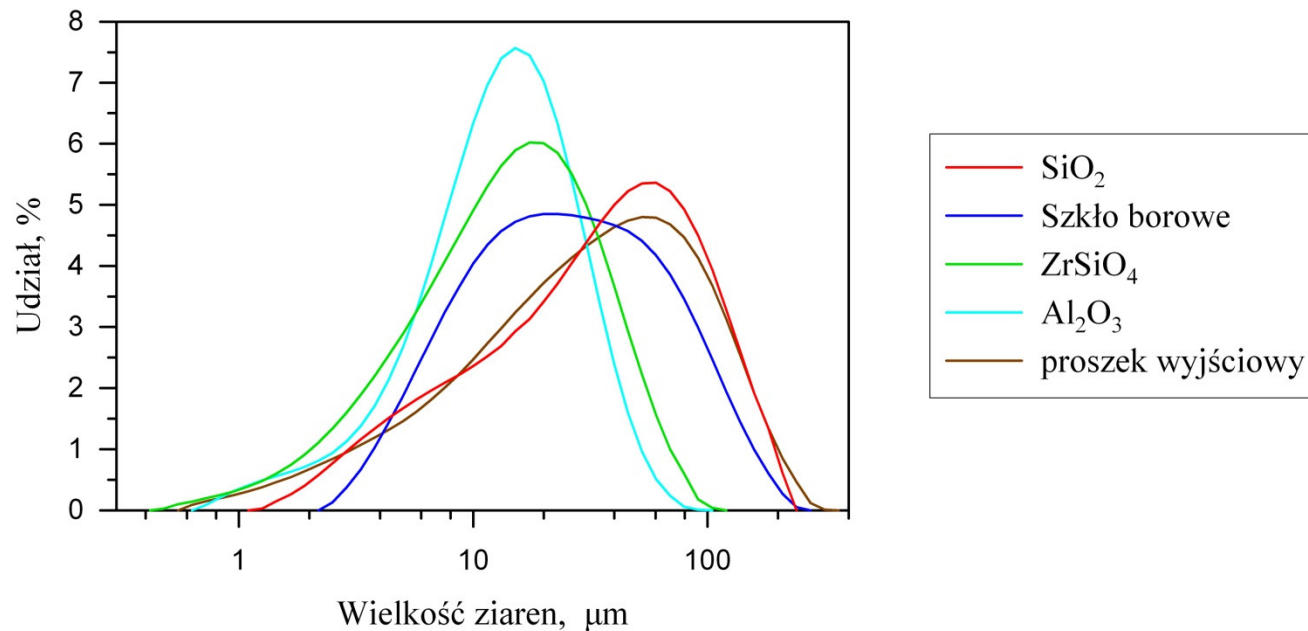
Piec do odprowadzania lepiszcza z wewnętrzną recyrkulacją FCF 14/160M

Wykonane prace badawcze

- wytworzenie 11 tworzyw do wtrysku (skład proszku, rodzaj termoplastyfikatora)
- formowanie belek i próbných rdzeni metodą wtrysku wysokociśnieniowego
- dobór parametrów usuwania termoplastyfikatora
- opracowanie optymalnej krzywej wypalania
- określenie podstawowych właściwości tworzyw po wypaleniu:
 - gęstość, porowatość, nasiąkliwość
 - współczynnik rozszerzalności cieplnej
 - wytrzymałość na zginanie
 - chropowatość powierzchni
- wybór optymalnego tworzywa na rdzenie

Charakterystyka optymalnego tworzywa na rdzenie

- skład tworzywa: SiO_2 , szkło borowe, ZrSiO_4 , Al_2O_3 , termoplastyfikator
- rozkład ziarnowy proszku



- skurczliwość formowania tworzywa: 0,01%

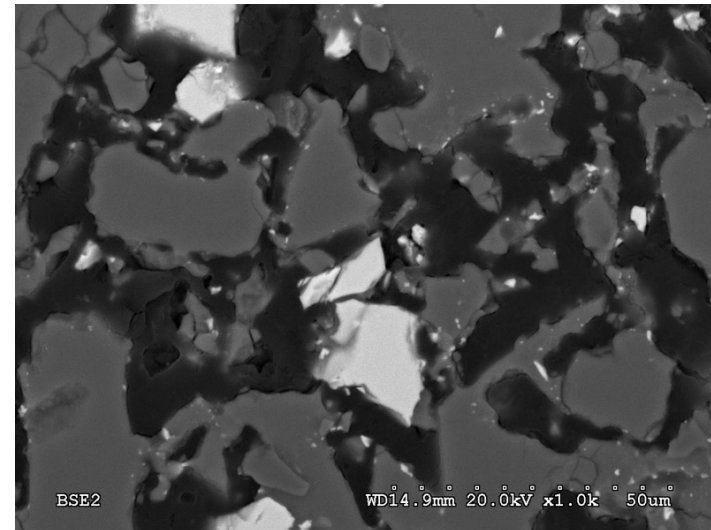
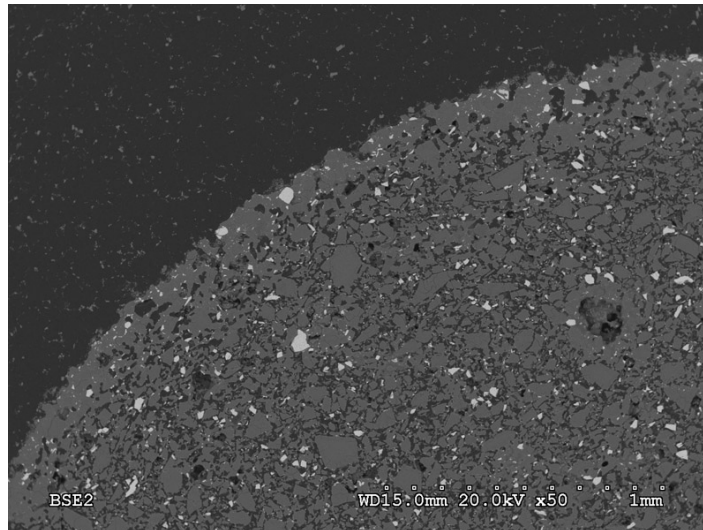
Charakterystyka optymalnego tworzywa na rdzenie

- krzywa wypalania: temperatura maksymalna 1450°C, przyrost temperatury 50°C/h i 100°C/h, czas przetrzymania 1,5 h, chłodzenie 300°C/h i 100°C/h
- określenie podstawowych parametrów tworzywa po wypaleniu

Nasiąkliwość, %	Gęstość, g/cm ³	Porowatość, %	Wytrzymałość na zginanie, MPa	Chropowatość powierzchni, μm	Współczynnik rozszerzalności cieplnej, [1/K]	Skurczliwość, %
20,77	1,69	35,16	8,30	3,0	15,99·10 ⁻⁶	1,7

Charakterystyka optymalnego tworzywa na rdzenie

- mikrostruktura tworzywa



- ubytek masy po 5 godzinach roztwarzania: 67%

Podsumowanie

- ❖ Otrzymano tworzywo do wtrysku wysokociśnieniowego o odpowiednich właściwościach do zastosowania na rdzenie łopatek.
- ❖ Poprawienie właściwości tworzywa: zmniejszenie chropowatości powierzchni, zwiększenie wytrzymałości i zmniejszenie współczynnika rozszerzalności cieplnej.
- ❖ Sprawdzenie przydatności wytworzonych rdzeni w procesie odlewania łopatek turbin gazowych i turbosprężarek.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Dziękuję za uwagę