

Opracowanie składu tworzywa na rdzenie łopatek turbin gazowych i turbosprężarek wytwarzanych metodą wtrysku niskociśnieniowego

Magdalena Gromada, Ryszard Nowak, Agata Tłuczek

Instytut Energetyki, Oddział Ceramiki CEREL, ul. Techniczna 1, 36-040 Boguchwała

Marek Kostecki, Andrzej Olszyna

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Wołoska 141, 02-507 Warszawa



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

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 pozorną rdzeni umożliwiającą łatwe ich roztwarzanie



Opracowywanie składu tworzywa na rdzenie

- **Tworzywo 1:** szkło kwarcowe, glina Hyplast, dolomit, węglan baru
- **Tworzywo 2:** szkło kwarcowe, glina Hyplast, szkło borowe
- **Tworzywo 3:** mączka kwarcowa SiO_2 , krzemian cyrkonu ZrSiO_4 , tlenek glinu Al_2O_3
- **Tworzywo 4:** mączka kwarcowa SiO_2 , glina Drużkowska
- **Tworzywo 5:** szkło kwarcowe, szkło borowe

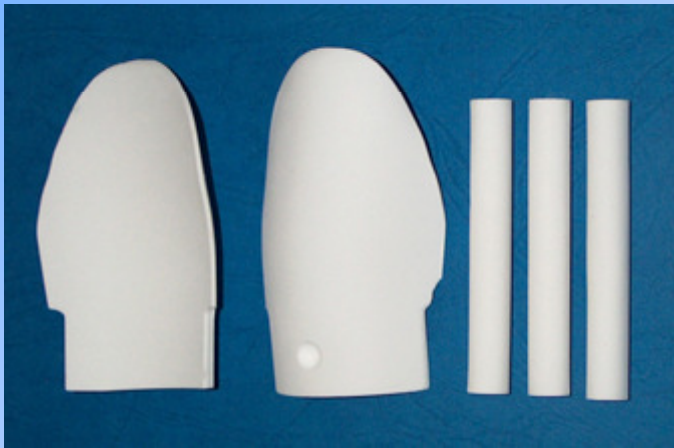
Termoplastyfikatory: parafina R 56, воск pszczeli



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Opracowywanie składu tworzywa na rdzenie

- Wykonanie tworzyw 1 – 5
- Formowanie belek i próbných rdzeni metodą wtrysku niskociśnieniowego (wtryskarka CU-300, temperatura masy 110°C, temperatura dyszy 60°C)
- Wypalanie w zasypce w temperaturze 1060°C
- Charakterystyka uzyskanych tworzyw 1-5:



gęstość, porowatość, nasiąkliwość po wypaleniu
współczynnik rozszerzalności cieplnej
wytrzymałość na zginanie
chropowatość powierzchni
występowanie pęknięć próbných rdzeni
mikrostruktura próbných rdzeni
skład fazowy

Wybór Tworzywa 5: szkło kwarcowe, szkło borowe



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Plan prac badawczych

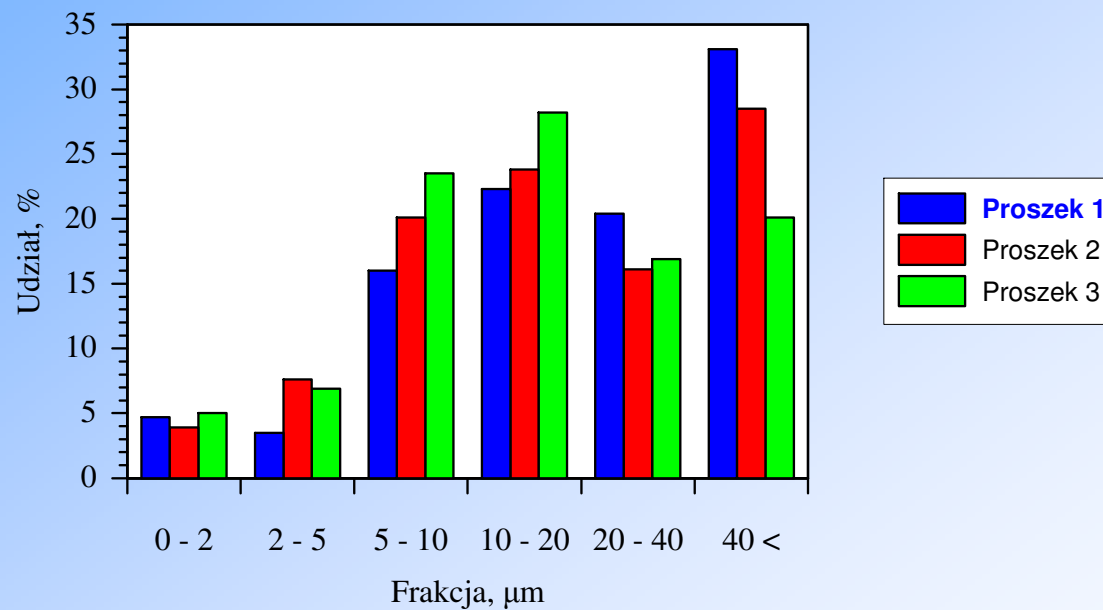
1. określenie wpływu rozkładu ziarnowego proszków krzemionkowych na formowalność i możliwość usuwania lepiszcza oraz właściwości końcowe rdzeni
2. zbadanie wpływu rodzaju niskoskurczliwych termoplastyfikatorów na lepkość masy, stopień wypełniania małych przekrojów i skurczliwość na etapie formowania
3. zbadanie możliwości zastosowania kompozycji różnych termoplastyfikatorów umożliwiających stopniowy ich rozkład w procesie usuwania lepiszcza
4. określenie wpływu zastosowanej zasypki w procesie usuwania lepiszcza na deformację i pękanie rdzeni
5. określenie wpływu szybkości przyrostu temperatury i jej końcowej wartości w procesie usuwania lepiszcza na deformację oraz pękanie rdzeni a także w procesie wypalania właściwego na parametry końcowe rdzeni
6. sprawdzenie możliwości roztwarzania próbek w wodnych roztworach zasad
7. **wybór technologii umożliwiającej uzyskanie rdzeni o optymalnych właściwościach**



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Charakterystyka optymalnego tworzywa na rdzenie

- skład **tworzywa**: szkło kwarcowe; szkło borowe; wosk A73 oraz wosk MA7150
- rozkład ziarnowy proszku



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Charakterystyka optymalnego tworzywa na rdzenie

- współczynnik lepkości dynamicznej w temperaturze wtryskiwania

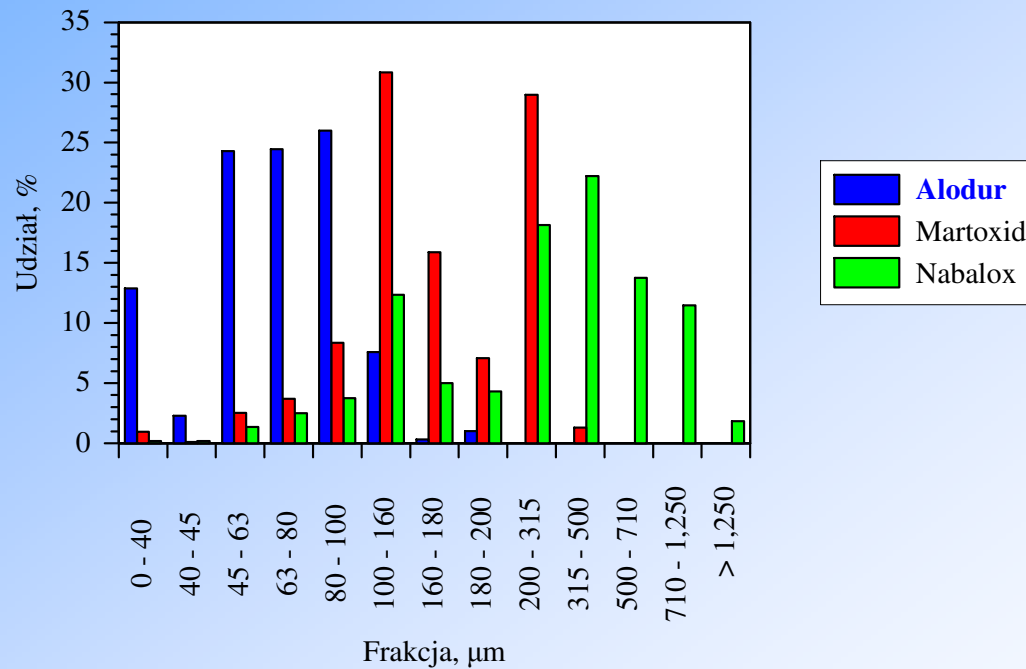
Tworzywo	Współczynnik lepkości dynamicznej, 10^{-3} Pa s
1	1,79
2	7,88
3	6,09
4	6,98
5	2,33
6	0,36
7	2,15

- skurczliwość formowania **tworzywa: 0,7%**



Charakterystyka optymalnego tworzywa na rdzenie

- krzywa wypalania: temperatura maksymalna 1060°C, przyrost temperatury 40°C/h i 120°C/h, czas przetrzymania 2 h, chłodzenie 50°C/h
- rozkład ziarnowy zasyпки



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Charakterystyka optymalnego tworzywa na rdzenie

- określenie podstawowych parametrów uzyskanych tworzyw po wypaleniu

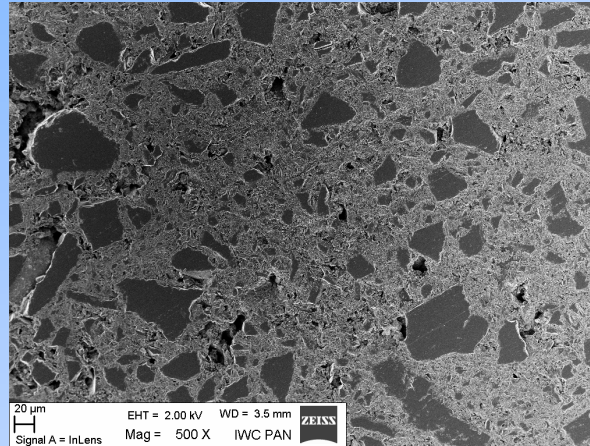
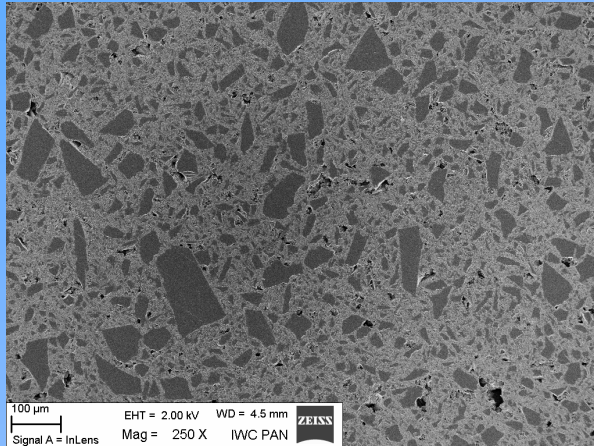
Tworzywo	Nasiąkliwość, %	Gęstość, g/cm ³	Porowatość, %	Wytrzymałość na zginanie, MPa	Chropowatość powierzchni, μm	Współczynnik rozszerzalności cieplnej, α_{20}^{600} [1/K]
1	20,71	1,53	31,66	6,82	2,4	4,27
2	17,64	1,60	28,27	14,37	3,3	4,63
3	18,11	1,59	28,79	17,12	3,1	4,55
4	19,04	1,57	29,82	14,99	2,6	3,76
5	18,24	1,59	28,96	14,44	3,2	3,92
6	19,42	1,56	30,26	12,59	2,6	4,87
7	22,01	1,50	32,88	8,69	3,5	4,36

- skurczliwość po wypaleniu **tworzywa: 1,5%**



Charakterystyka optymalnego tworzywa na rdzenie

- mikrostruktura **tworzywa 4**



- ubytek masy po 5 godzinach roztwarzania

Tworzywo	Ubytek masy, %
1	99,3
2	81,9
3	79,5
4	99,5
5	99,3
6	90,9
7	100, po 85 min.



Kierunki dalszych prac

- ❖ Opracowanie składu tworzywa na rdzenie łopatek turbin gazowych i turbosprężarek wytwarzanych metodą wtrysku wysokociśnieniowego
- ❖ Dobór termoplastyfikatorów do wtrysku wysokociśnieniowego
- ❖ Sprawdzenie przydatności wytworzonych rdzeni w procesie odlewania łopatek turbin gazowych i turbosprężarek



Dziękuję za uwagę



POLITECHNIKA WARSZAWSKA