



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



IKiFP
im. J. Habera
PAN

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Określenie parametrów technologicznych procesu wykonywania odlewów ze stopów Ti z udziałem materiałów cyrkonowych i itrowych oraz wykonanie modelowych odlewów

15.04.2014– 30.09.2014

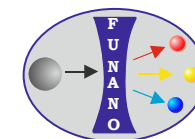
Umowa nr U/71/2014 Zlecenie 4309/00

 **Instytut Odlewnictwa**
Foundry Research Institute

30-418 Kraków ul. Zakopiańska 73

Aleksander Karwiński
Wojciech Leśniewski
Piotr Wieliczko
Katarzyna Szczepaniak – Lalewicz
Marek Wawrylak

Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 “Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)”



Wprowadzenie

Przedstawiono opracowanie technologii wykonywania odlewów ze stopów tytanu w warstwowych formach ceramicznych wykorzystujących na pierwszą warstwę formy wodne koloidalne spoiwa cyrkonowe i itrowe.

Opracowanie projektu zestawu odlewniczego poprzedzono symulacją procesu odlewania w odśrodkowym piecu próżniowym SuperCast.

Materiały wykorzystane do badań:

➤ spoiwo:

- Nyacol Y₂O₃;
- Nyacol ZrO₂;
- Ludox PX30 (SiO₂)

➤ materiał ceramiczny:

- mączka z tlenku cyrkonu Z99 (325 mesh);
- piasek z tlenku cyrkonu (badeleit) (od 0,1 do 0,3 mm)
- piasek tlenku cyrkonu (FSD) (od 0,5 do 1mm)

	Nyacol Y ₂ O ₃	Nyacol ZrO ₂
Rozmiary cząstek [nm]	10	5÷10
ładunek cząstek	+	+
pH	7,0	3,5
gęstość [g/cm ³]	1,17	1,26
lepkość [cP]	10	10

Mączka Z99 (ρ = 5.54 g/cm ³) skład chemiczny	[%]
SiO ₂	0,16
CaO	0,00
Fe ₂ O ₃	0,00
Al ₂ O ₃	0,25
TiO ₂	0,11
ZrO ₂ + HfO ₂	99,46
MgO	0,00
U i Th	0,02

Stanowisko przygotowania testowanych suspensji ceramicznych

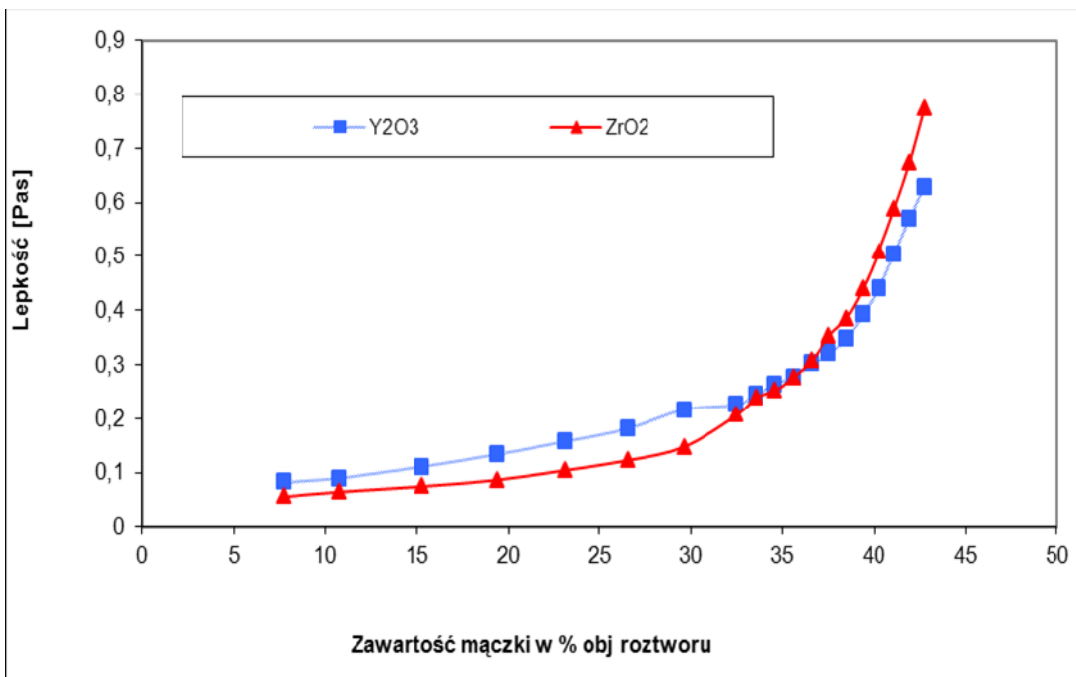


kubek Forda $\phi = 4 \text{ mm}$

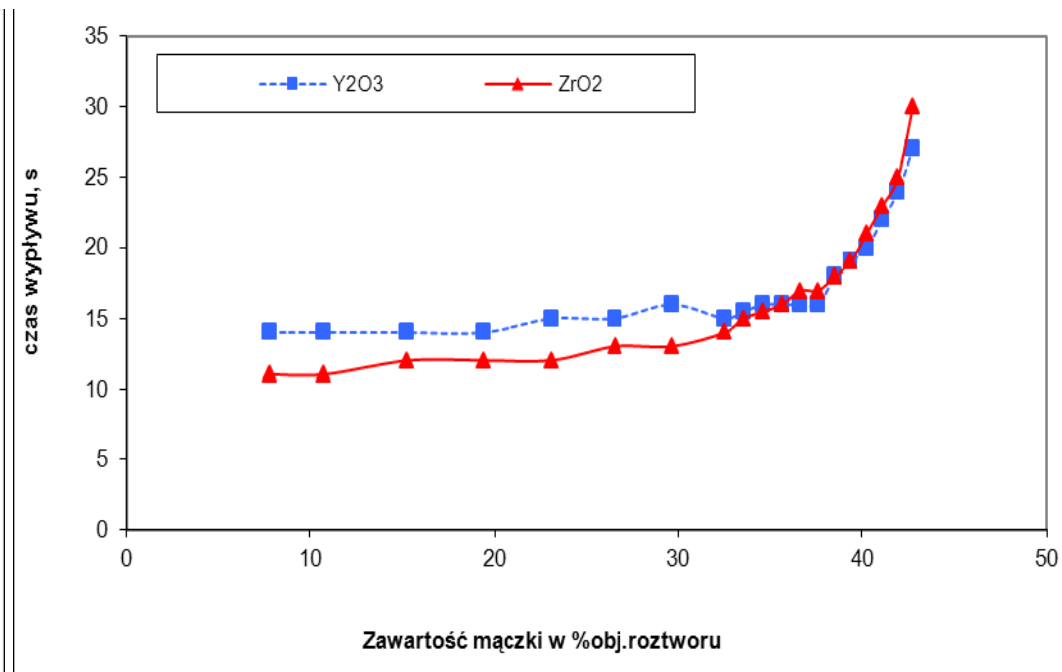
Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 “Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)”

Parametry reologiczne suspensji ceramicznych

Lepkość w funkcji ilości mączki ceramicznej określona reometrem Bohlin Visco V88

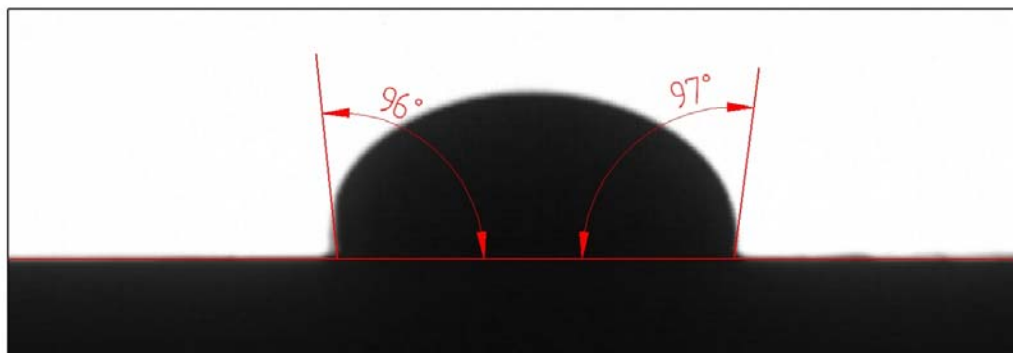


Czas wyptywu w funkcji zawartości mączki ceramicznej określony kubkiem Forda $\phi = 4$ mm

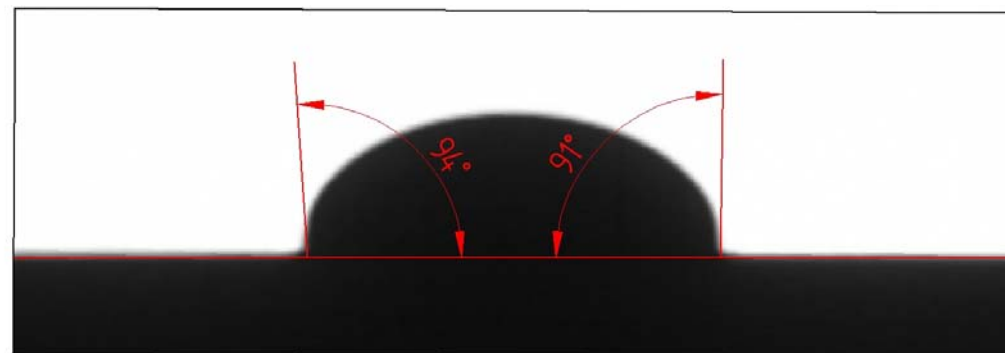


Pomiar kąta zwilżania masy modelowej Castaldo przez suspensję ceramiczną

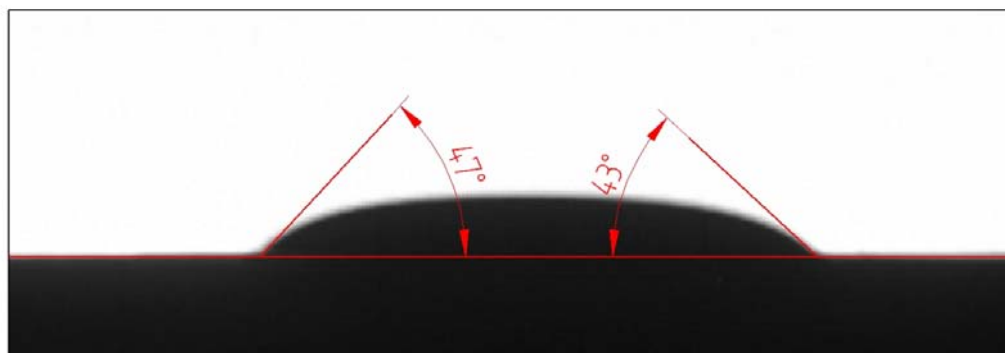
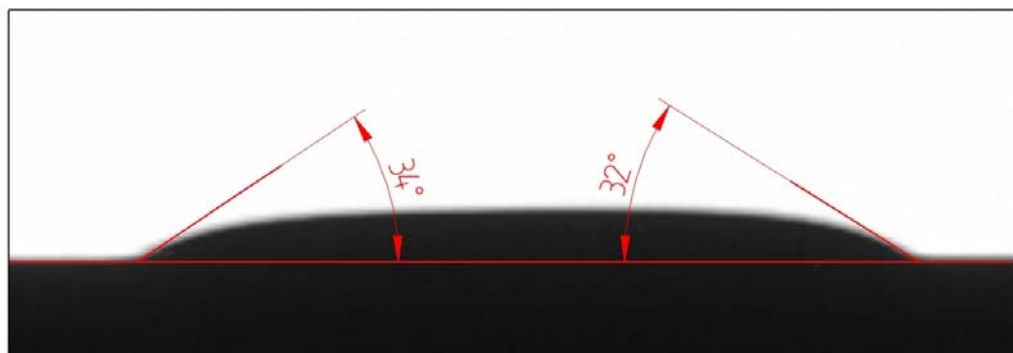
Wpływ dodatku środka powierzchniowo czynnego Capstone® (fluorosurfaktant) w ilości objętościowej 0,1%



Spoiwo Y_2O_3



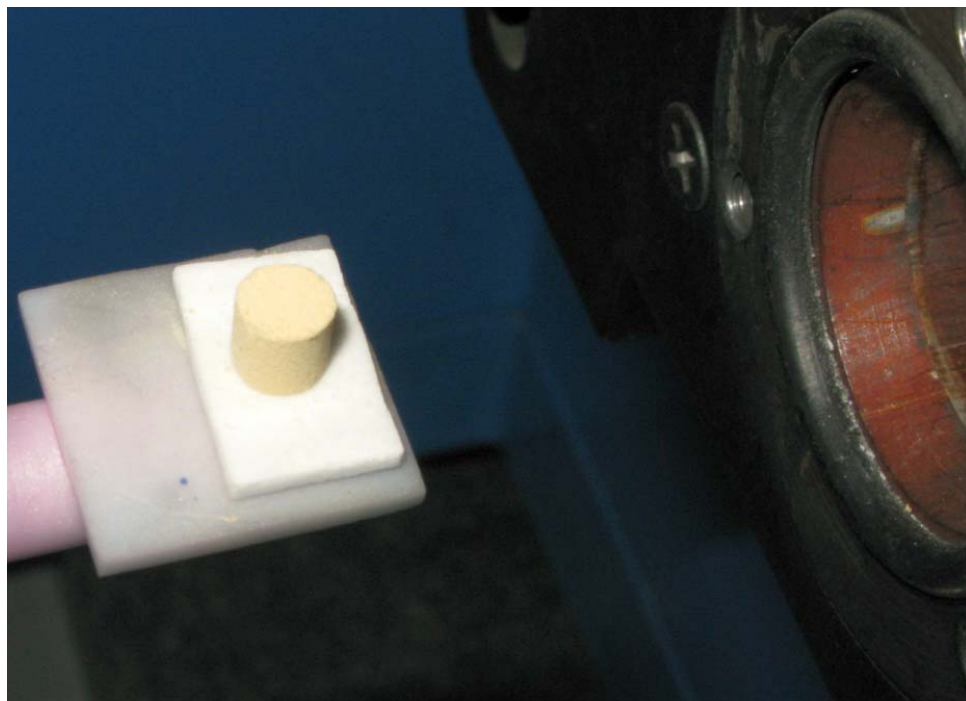
Spoiwo ZrO_2



Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Określenie parametrów termofizycznych tlenku cyrkonu

próbka o wymiarach $\phi=5\text{mm}$, $h=5\text{mm}$



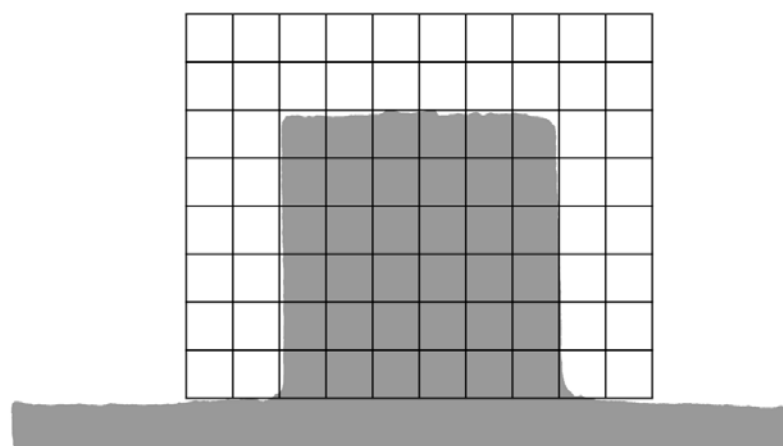
mikroskop wysokotemperaturowy PR 25/1750



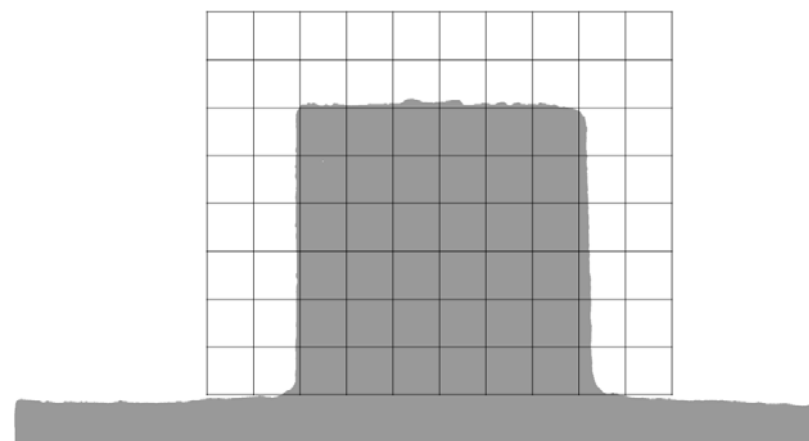
Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 “Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)”

Określenie parametrów termofizycznych tlenku cyrkonu

Obraz próbki ceramiki zarejestrowany w temperaturze 1000°C oraz 1200°C



1000°C



1200°C

Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 “Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)”

Określenie parametrów termofizycznych tlenku cyrkonu

Kraków, 02.07.2014r.

Zlecenie: 4309/00

Materiał: Tlenek cyrkonu Z99 niestabilizowany

Atmosfera: Utleniająca

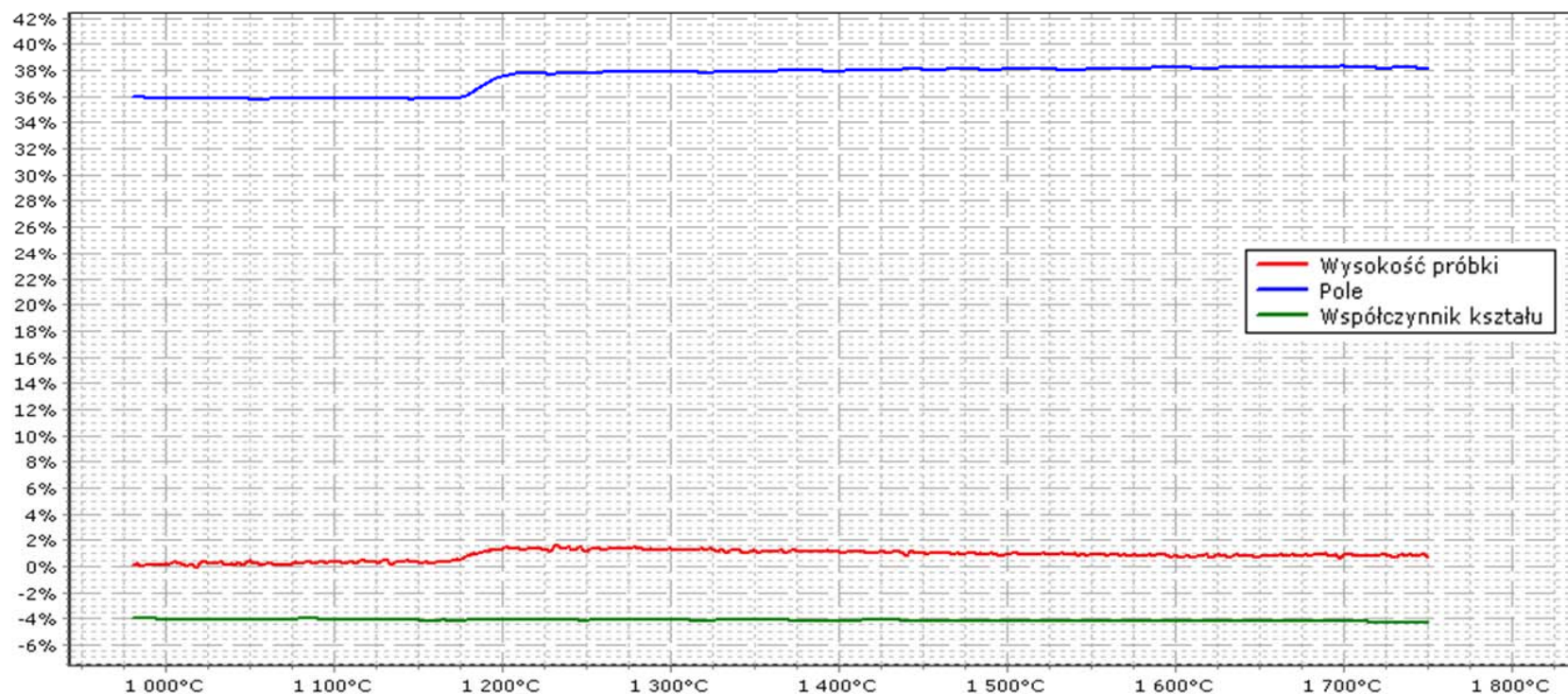
INSTYTUT ODLEWNICTWA

30-418 Kraków

ul. Zakopiańska 73

Tel. (+48)(12) 26 18 303,

Pomiar wykonano na urządzeniu PR-25/1750 (mod. PESS)



Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Wykonanie doświadczalnych próbek form ceramicznych

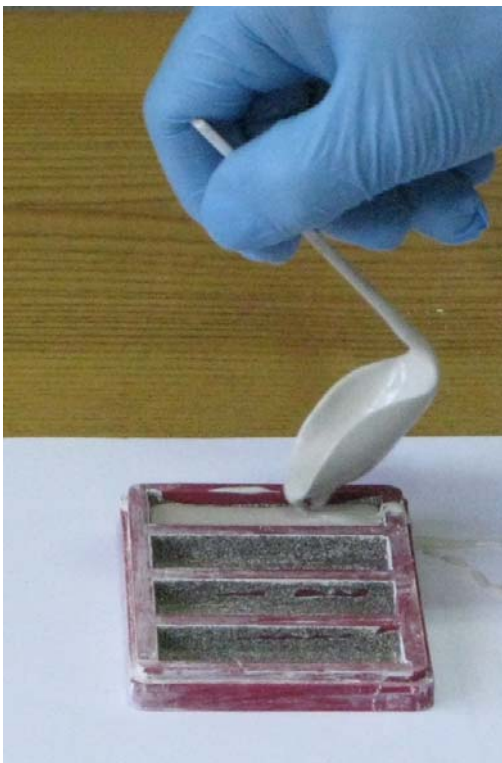
Kolejne czynności wykonywane podczas nakładania pierwszej warstwy ceramicznej



Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Wykonanie doświadczalnych próbek form ceramicznych

Nakładanie drugiej warstwy ceramicznej



Próbki przygotowane do wytapiania masy modelowej



Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Próbki po wytopieniu masy modelowej w autoklawie parowym



Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Wykonanie doświadczalnych próbek form ceramicznych

Próbki po usunięciu masy modelowej i jej odparowaniu w temperaturze 400°C



Spoiwo Y₂O₃



Spoiwo ZrO₂

Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

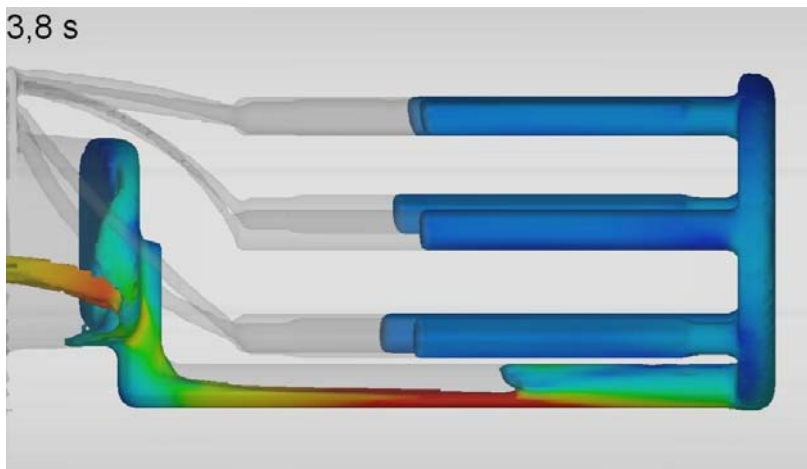
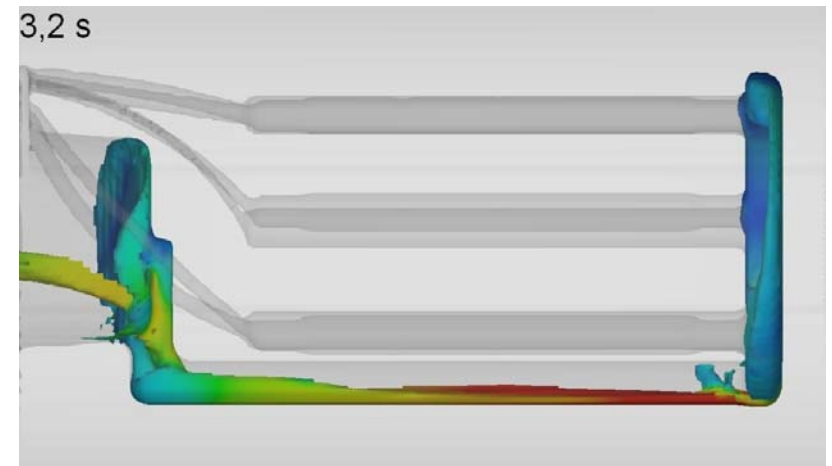
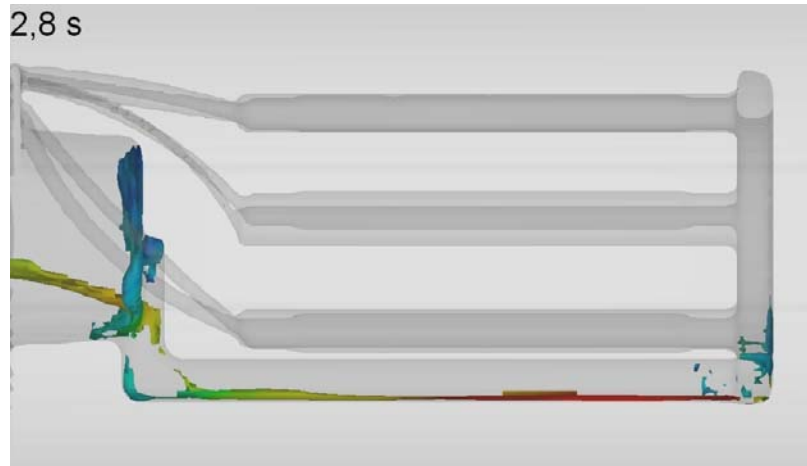
Weryfikacja konstrukcji zestawów modelowych z wykorzystaniem programu Flow3D

Kolejne etapy symulacji procesu wypełniania formy ciekłym stopem tytanu

velocity magnitude
(m/s)



2.5
2.1
1.7
1.3
0.8
0.4
0.0



Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

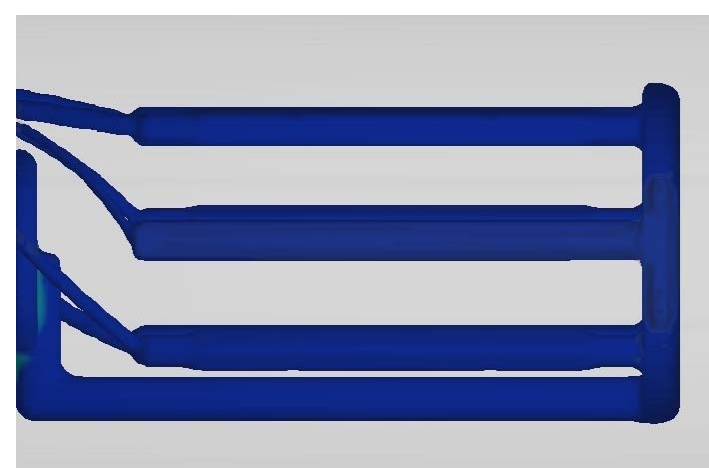
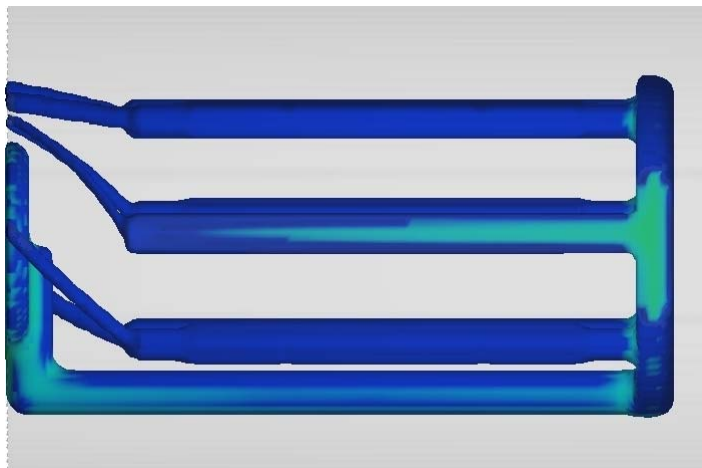
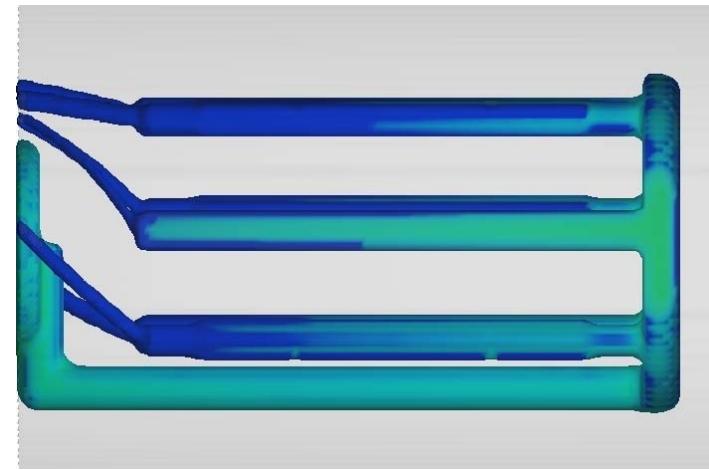
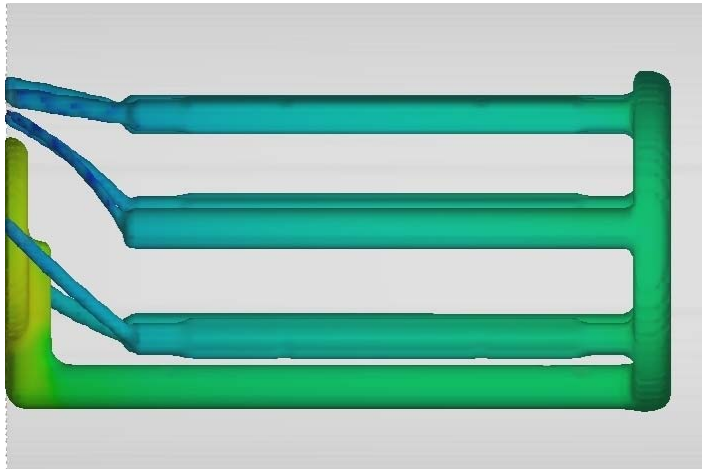
Weryfikacja konstrukcji zestawów modelowych z wykorzystaniem programu Flow3D

Kolejne etapy symulacji procesu krzepnięcia stopu tytanu wypełniającego formę

temperature
(deg-C)

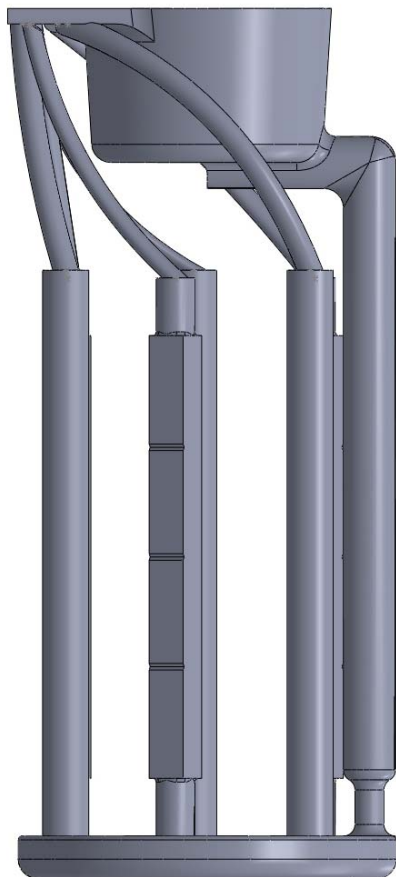


1720.0
1710.0
1700.0
1690.0
1680.0
1670.0
1660.0



Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Przygotowanie zestawu modelowego wg. projektu



Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Wykonanie form ceramicznych

Nakładanie pierwszej warstwy masy ceramicznej



Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Wykonanie form ceramicznych

Nakładanie kolejnych warstw masy ceramicznej



Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 “Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)”

Wykonanie form ceramicznych Formy po usunięciu masy modelowej



Spoiwo Y₂O₃



Spoiwo ZrO₂

Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Próżniowy indukcyjny piec odśrodkowy SuperCast Titan

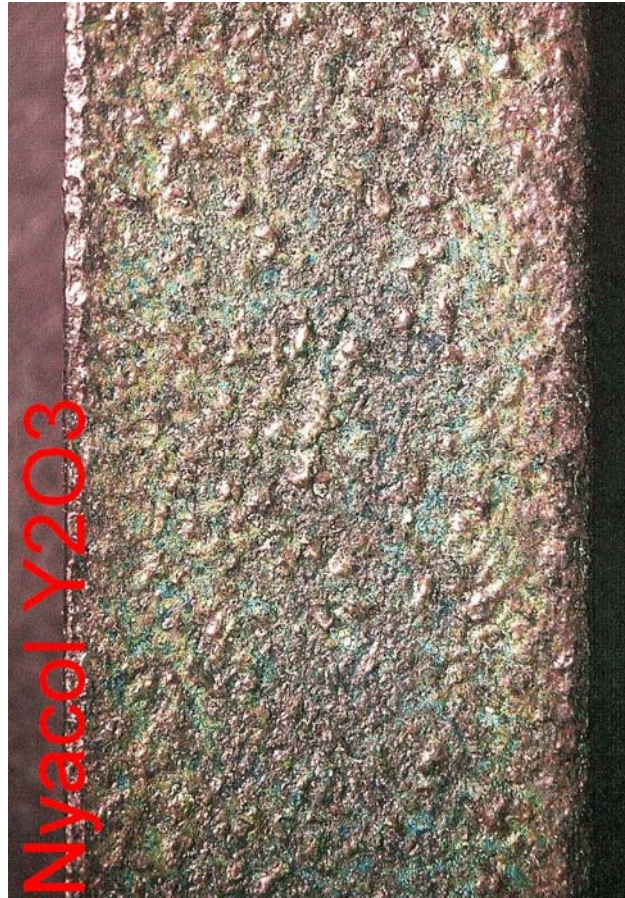
producent: Linn High Therm GmbH



- maksymalna ilość topionego metalu: Ti - 1400g
- maksymalny ciężar formy: 14 kg
- maksymalna prędkość obrotowa: 300 rpm

Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 “Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)”

Wykonanie odlewów ze stopu tytanu Grade5
Powierzchnia odlewów po usunięciu masy ceramicznej



Spoivo Y_2O_3

Spoivo ZrO_2

Projekt nr POIG.01.01.02-12-028/09 "Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)"

Parametry mechaniczne odlewów

	Wytrzymałość [MPa]	Plastyczność [%]	Udarność [J]
Materiał wsadowy	970	6,8	20-27
Próbka odlana	945	0,9	-
Próbka odlana po procesie HIP	951	3,9	-
Próbka odlana po procesie HIP i obróbce cieplnej	911	4,5	6

Podsumowanie - kolejne etapy procesu technologicznego:

- weryfikacja komputerowa procesu odlewania
- wykonanie matryc silikonowych oraz modeli woskowych
- wykonanie odlewniczych zestawów modelowych
- wykonywanie na zestawie modelowym formy ceramicznej
- wytapianie wosku i wygrzewanie form
- wykonanie odlewów ze stopów tytanu
- oczyszczanie odlewu z pozostałości form ceramicznych
- przeprowadzenie procesu HIP oraz obróbki cieplnej



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



IKiFP
im. J. Habera
PAN

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Dziękują za uwagę

 **Instytut Odlewnictwa**
Foundry Research Institute

30-418 Kraków ul. Zakopiańska 73

Aleksander Karwiński
Wojciech Leśniewski
Piotr Wieliczko
Katarzyna Szczepaniak – Lalewicz
Marek Wawrylak

Projektu nr POIG.01.01.02-12-028/09 “Funkcjonalne nano i mikrocząstki - synteza oraz zastosowania w innowacyjnych materiałach i technologiach (FUNANO)”

