

Opracowanie technologii przetapiania stopów niklu z zastosowaniem modyfikowania nanocząstkami proszków

Politechnika Śląska, Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

Wyniki badań

Topienie i odlewanie

Wytopy prowadzono w indukcyjnym piecu typu VSG-02 (firmy Balzers), w tyglu z Al2O3. Masa wsadu wynosiła około 1,2 kg. Wytopy prowadzono w atmosferze ochronnej argonu Wykonano odlewy próby schodkowej, przystosowując ją do wielkości umożliwiającej umieszczenie w komorze pieca indukcyjnego. Formy, przed umieszczeniem w komorze pieca podgrzewano w elektrycznym piecu oporowym do temperatury 1000°C.



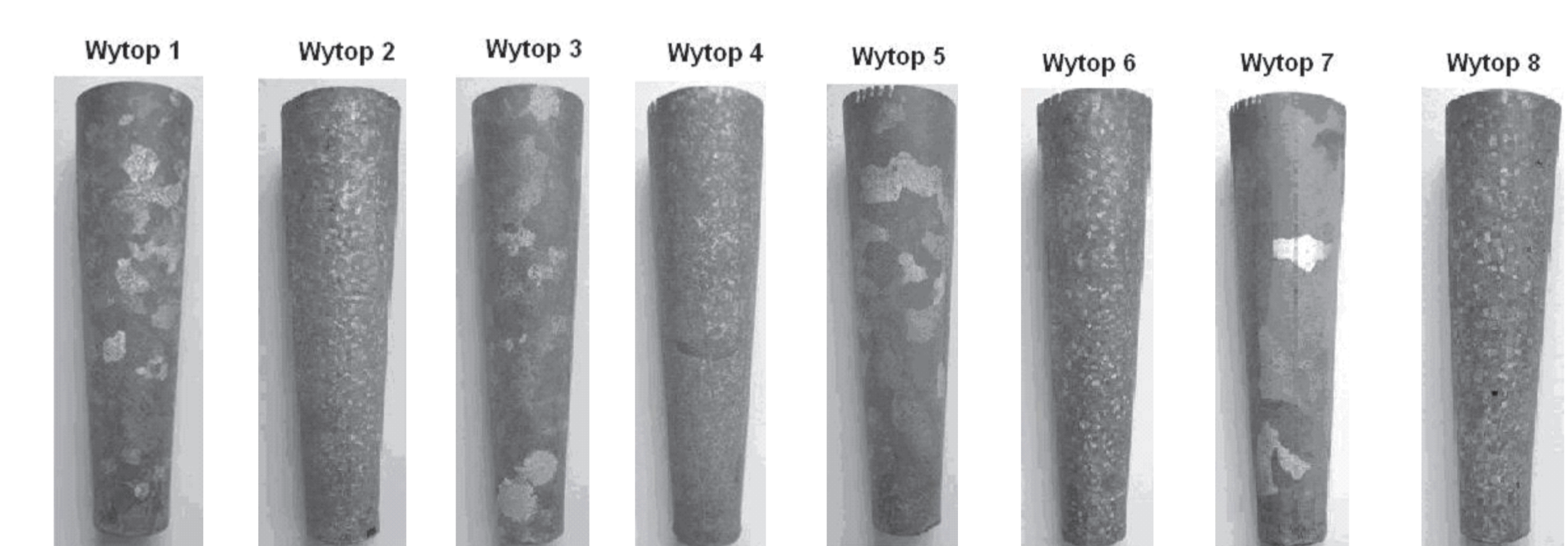
Gotowe odlewki



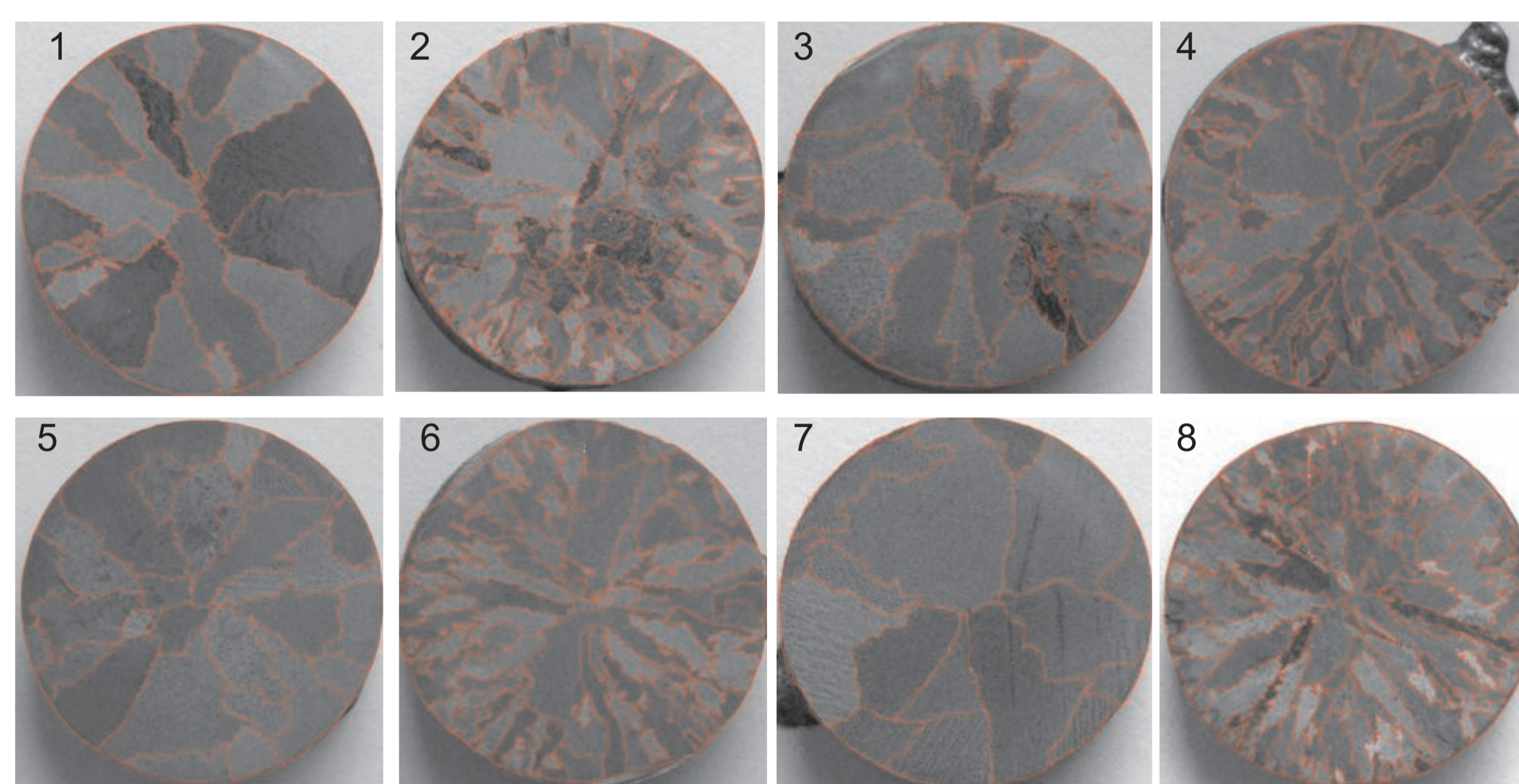
SKŁAD CHEMICZNY WLEWKA „MASTER HEAT” ORAZ POSZCZEGÓLNYCH WYTOPÓW

Table with columns: Nr wytopu, Ni, Si, Mn, Cr, Nb, Mo, Cu, Fe, Co, Ti, Al. It lists the chemical composition for various castings.

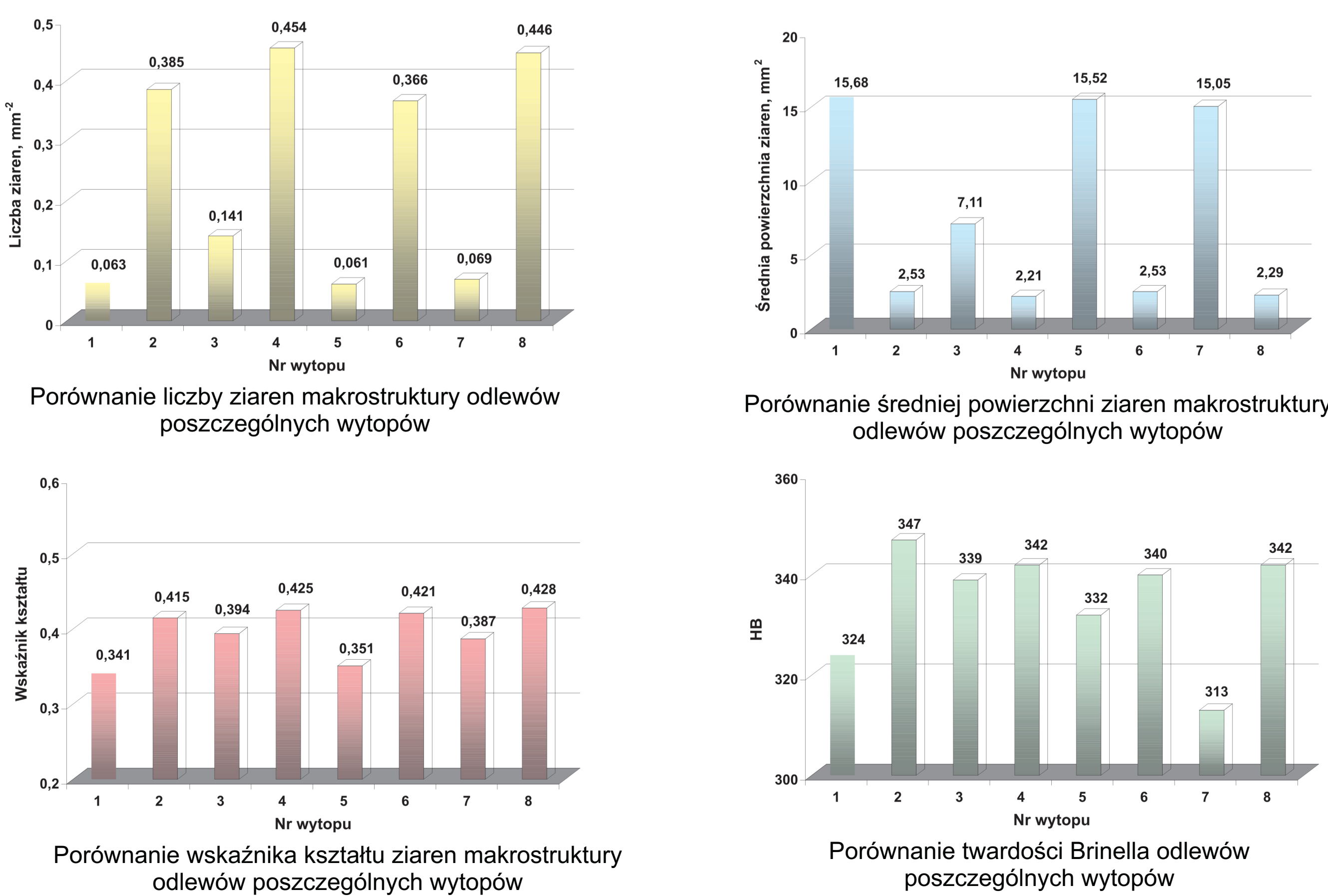
MAKROSTRUKTURA – POWIERZCHNIE BOCZNE ODLEWÓW (trawienie odczynnik Marbla)



MAKROSTRUKTURA-PRZEKRÓJ POPRZECZNY



Wybrane cechy stereologiczne makrostruktury



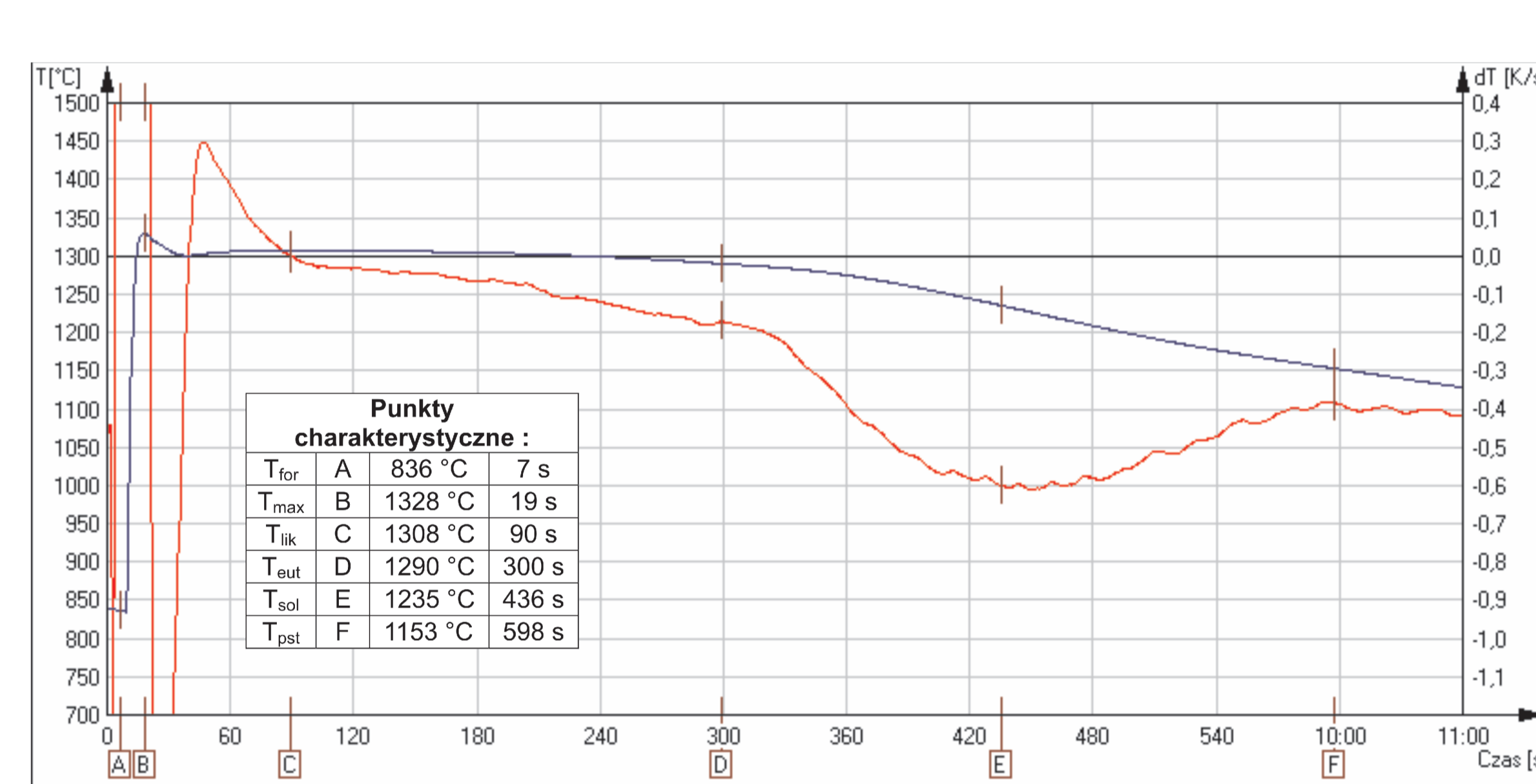
OCENA WPLYWU PARAMETRÓW TECHNOLOGII FORMY I WARUNKÓW ODLEWANIA NA WYBRANE CECHY STEREOLOGICZNE MAKROSTRUKTURY

Table showing the influence of casting parameters on macrostructure features. Columns include Parametr technologiczny, Liczba ziaren, Powierzchnia, Wskaźnik kształtu, and Twardość Brinella.

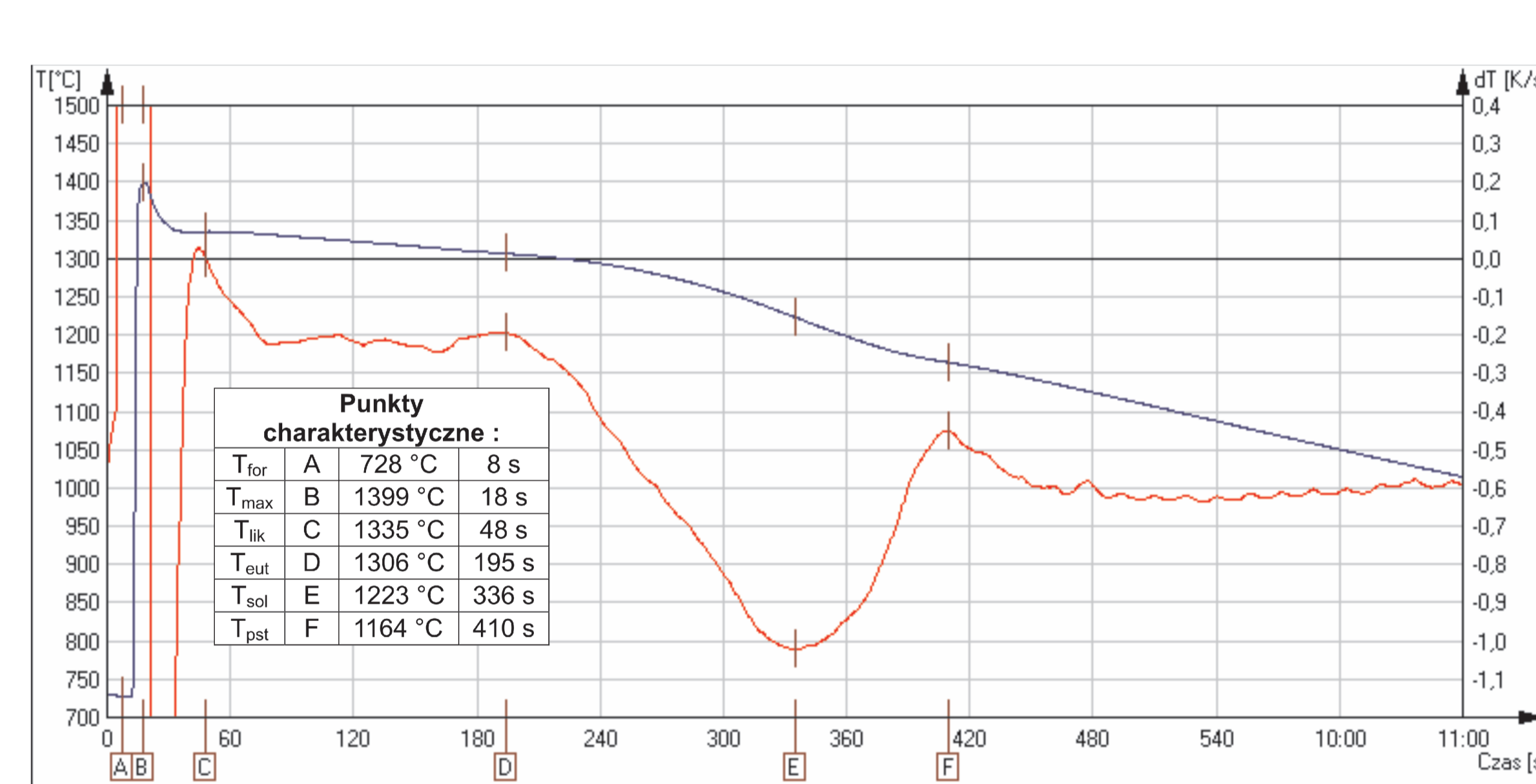
- 1. Wartość skorygowanego współczynnika determinacji R² = 0,9951 oznacza, że około 99% wyników można wytłumaczyć przez model opisany zależnością: Liczba ziaren = 0,6527 · A + 0,0280 · B - 20,8801 - (-5,138) · A - (-1,5705) · B, [mm²]
2. Wartość skorygowanego współczynnika determinacji R² = 0,3343 oznacza, że tylko około 33% wyników można wytłumaczyć przez model opisany zależnością: Powierzchnia ziaren = -20,8801 · A - (-5,138) · B - (-1,5705) · B, [mm²]
3. Wartość skorygowanego współczynnika determinacji R² = 0,7990 oznacza, że około 80% wyników można wytłumaczyć przez model opisany zależnością: Wskaźnik kształtu ziaren = 0,298 · A + 0,028 · B - (-1,5705) · B, [-]

PRZYKŁADOWE WYKRESY ANALIZY TERMICZNEJ ATD

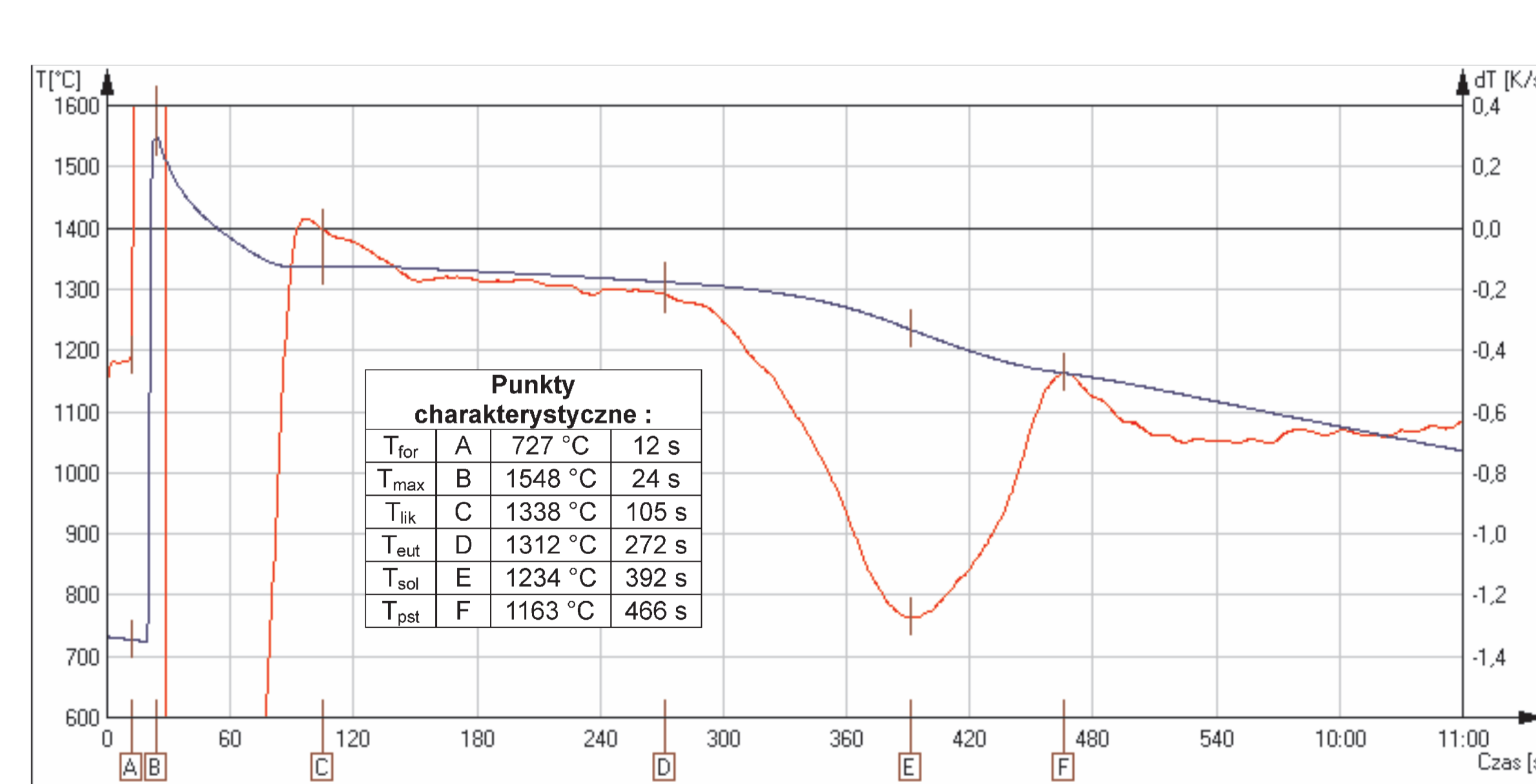
Wyniki analizy ATD stop IN 713C – wytop 2



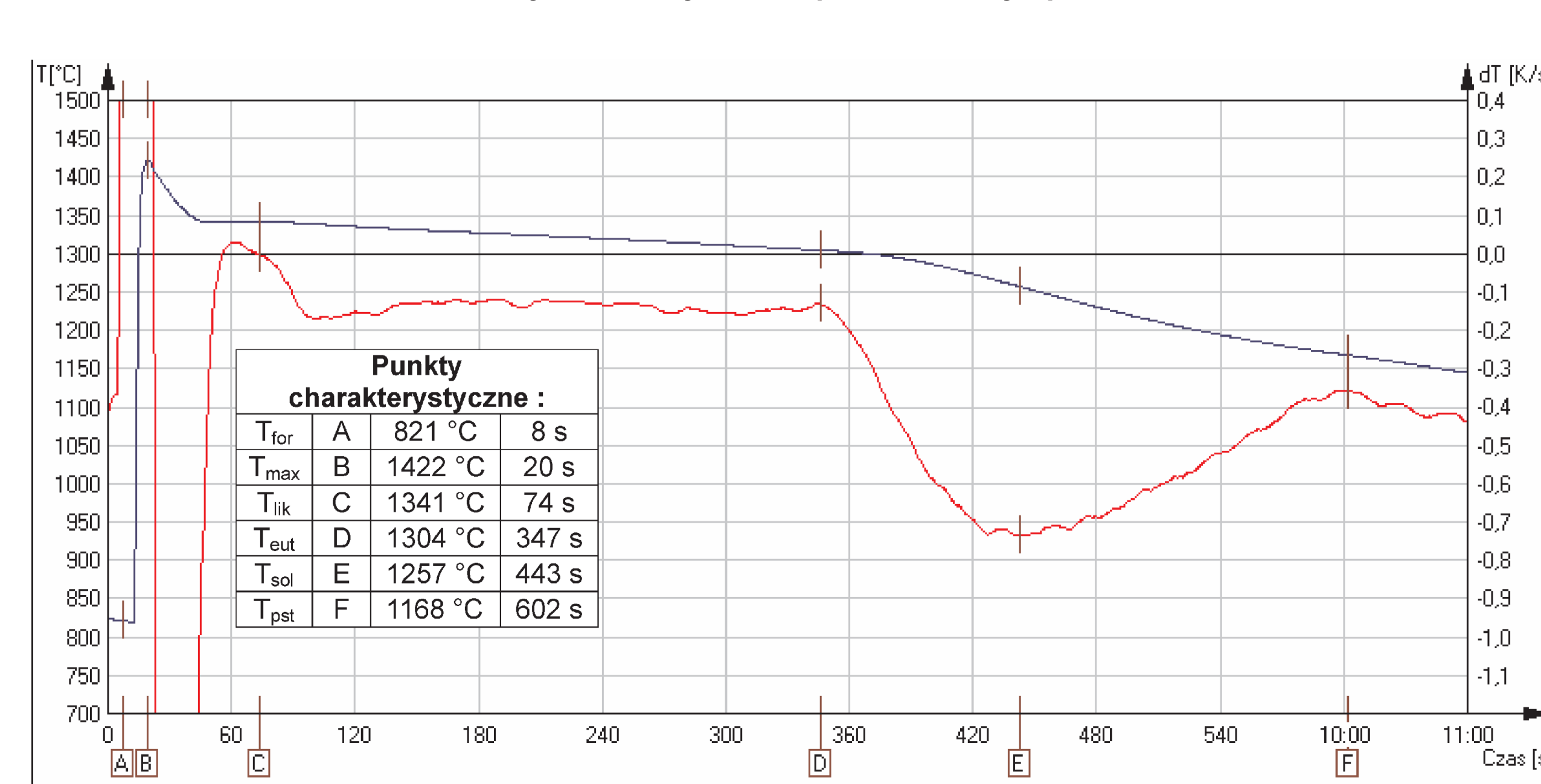
Wyniki analizy ATD stop IN 713C – wytop 4



Wyniki analizy ATD stop IN 713C – wytop 7

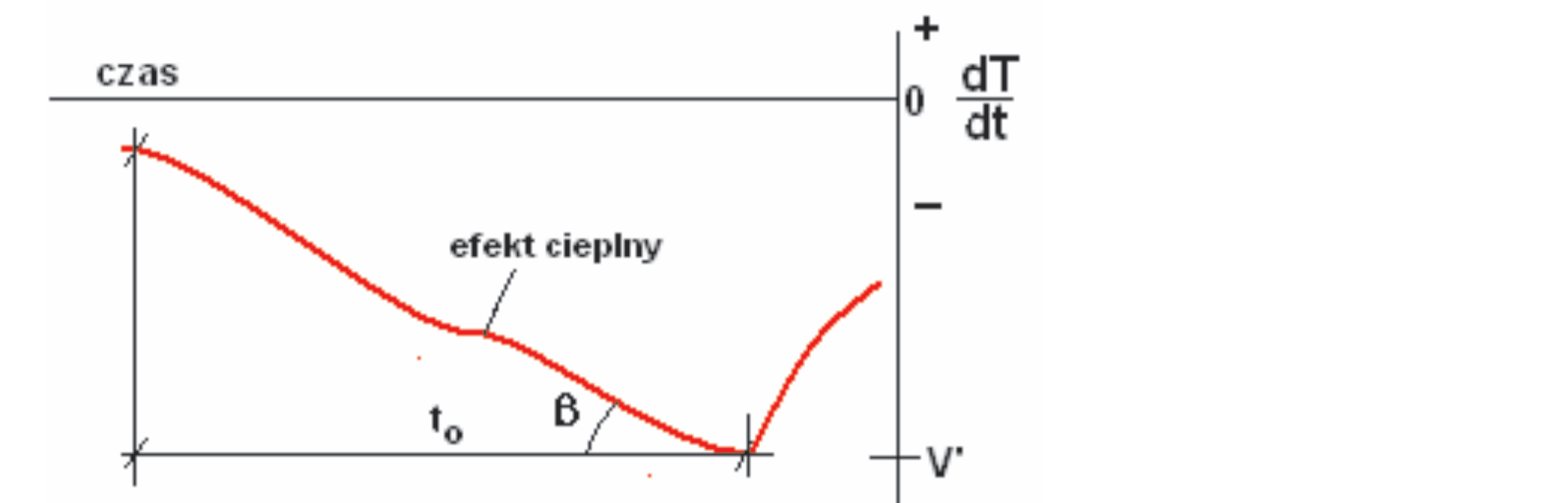


Wyniki analizy ATD stop IN 713C – wytop 8

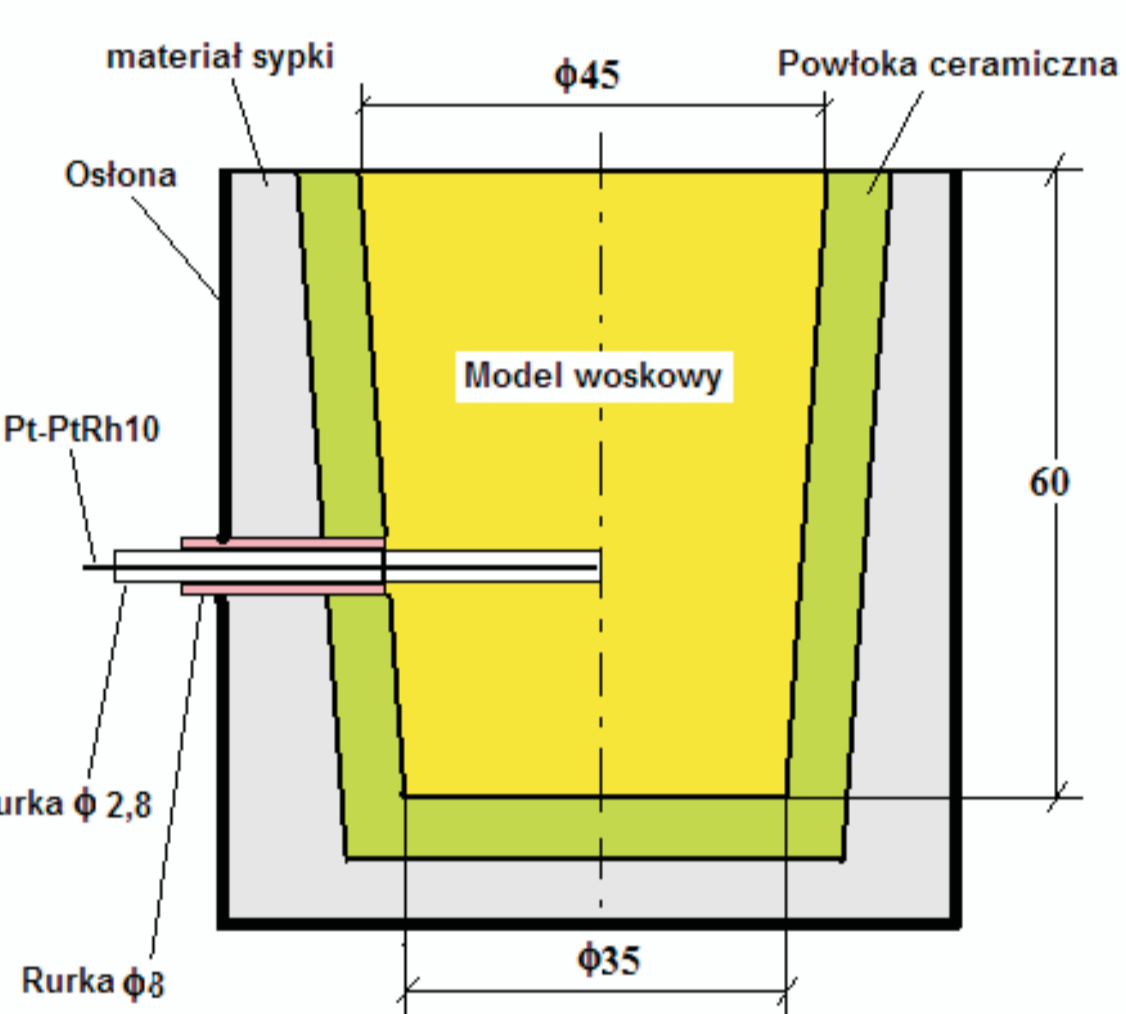


OCENA PROCESU KRZEPNIĘCIA I JAKOŚCI METALURGICZNEJ STOPOW NIKLU

- 1. Analiza termiczna ATD umożliwia pełniejszą interpretację krystalizacji faz pierwotnych, np. faz międzymetalicznych i węglików. Jest to możliwe dzięki dużej masie próbki i znacznej intensywności stygnięcia. Można wyznaczyć charakterystyczne wartości temperatury przemian fazowych, a zwłaszcza T_ik i T_sot.
2. Analiza termiczna ATD może być pożytecznym narzędziem w szybkiej ocenie jakości metalurgicznej wlewków wsadowych „master heat”, zwłaszcza pod kątem obecności zanieczyszczeń niemetalicznych obecnych w porach i jamach skurczowych.
3. Obecność zanieczyszczeń niemetalicznych, tworzące układy eutektyczne, zmienia charakter wykresu ATD przed zakończeniem krzepnięcia stopu. Przede wszystkim wydłuża się czas krzepnięcia, obniża temperatura T_sot, oraz zmniejsza się nachylenie pochodnej do osi czasu, co przedstawiono poniżej.
4. Z tego względu poprawna interpretacja wykresów analizy ATD wymaga zachowania powtarzalnych warunków w układzie forma-cieki stop, a w szczególności:
- znormalizowanego próbnika ceramicznego, pod względem tworzywa i wymiarów,
- jednakowej masy testowanego stopu niklu (~600g)
- zbliżonej temperatury odlewania stopu (od 1460 do 1480°C),
- stałej temperatury formy (forma „zimna”).



Projekt wlewka próbnego do oceny parametrów krzepnięcia i jakości metalurgicznej wlewków „master heat”.



Wnioski

WNIOSKI

- 1. Wymagana wytrzymałość na ściskanie (powyżej 1 MPa) dla filtrów ceramicznych z powłoką modyfikującą jest uzyskiwana po naniesieniu co najmniej 16 warstw nośnych,
2. Najkorzystniejsze właściwości zapewniają powłoki nośne na bazie krzemianu cyrkonu ze spoiwem Remasol.
3. Temperatura zgazowania pianki poliuretanowej nie powinna być wyższa od 200°C, natomiast temperatura wypalania filtrów powinna wynosić od 800 do 1000°C.
4. Zaleca się naniesienie 2 do 3 powłok modyfikujących zawierających krzemian cyrkonu, od 5 do 10% glinianu kobaltu oraz od 2 do 4% proszku Al. Zaleca się także niewielki dodatek proszku hafnu. Jako spoiwo tych składników zaleca się krzemionkę koloidalną.
6. Tak wykonane filtry wykazują efekt modyfikowania objętościowego, wspomagając istotnie niepełny efekt modyfikowania powierzchniowego.
7. Stwierdzono, że efekt modyfikowania powierzchniowego i objętościowego rośnie z obniżeniem temperatury odlewania stopów.
8. Nie stwierdzono istotnego oddziaływania temperatury formy odlewniczej na efekt modyfikowania.
9. Mikrostruktura odlewów próbnych wskazuje na pozytywny efekt połączonego zabiegu modyfikowania powierzchniowego i objętościowego. Stwierdzona obecność w eutektyce faz międzymetalicznych jest zgodna z dotychczasowymi wynikami badań dla odlewów uzyskanych z wyjściowych wlewków „master heat”. Obecność wydzieleni eutektycznych potwierdza wynik analizy termicznej ATD.
10. Na podstawie wykresu analizy termicznej jest możliwość oceny jakości metalurgicznej stopów (zwłaszcza wlewków „master heat”), jeżeli chodzi o obecność zanieczyszczeń niemetalicznych.
11. Opracowano projekt odlewni i formy (próbnika) do oceny jakości metalurgicznej wlewków wsadowych.
12. Zrealizowano kilka spotkań z przedstawicielami przemysłu na terenie odlewni WSK Rzeszów oraz w Politechnice Śląskiej.
13. Przedmiotem tych spotkań były problemy oceny jakości metalurgicznej odlewów i wlewków „master heat”.
14. Przeanalizowano możliwość adaptacji do tych celów pieca indukcyjnego Balzers, będącego w dyspozycji Politechniki Rzeszowskiej.
15. Ustalono, że do momentu przystosowania tego pieca do badań, jakość wlewków wsadowych będzie oceniana w Politechnice Śląskiej. W tym celu przygotowano odpowiednią umowę.

Wskaźniki realizacji celów projektu

Referaty

- 1. XV Seminarium „Kompozyty 2011 – Teoria i praktyka”, 04. 2011, Spała: Modyfikowanie makrostruktury nadstopów niklu nanocząstkami kobaltu
2. XI Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Optymalizacja Systemów produkcyjnych w Odlewniach”. 06. Łódź: Oddziaływania na granicy forma – powłoka modyfikująca – ciekłe stopy niklu

Publikacje

- 1. Binczyk F., Ślężiona J., Gradoń P.: Modification of the macrostructure of nickel superalloys with cobalt nanoparticles, Composites, nr1, 2011, pp. 49-55.
2. Binczyk F., Ślężiona J., Gradoń P.: Interactions at the mould – modifying coating – molten nickel alloy interface, Archives of Foundry Engineering, vol.11, Issue 1, 2011, pp.

Prace mgr, dr, hab.

Prace magisterskie obronione:

- Mańka Marcin: „Makrostruktura oraz twardość odlewów ze stopu IN 713C po modyfikacji powierzchniowej i objętościowej”,
• Wers Paweł: „Wpływ sposobu modyfikowania odlewów na proces krzepnięcia i mikrostrukturę odlewów ze stopu IN 713C”,
• Szehyński Tomasz: „Opracowanie składu mieszanin na filtry ceramiczne do modyfikowania objętościowego żarowytrzymałych stopów niklu”.

Prace doktorskie: planowane otwarcie 1 przewodni doktorskiego XI. 2011r