

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym Modern material technologies in aerospace industry

INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓŁNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



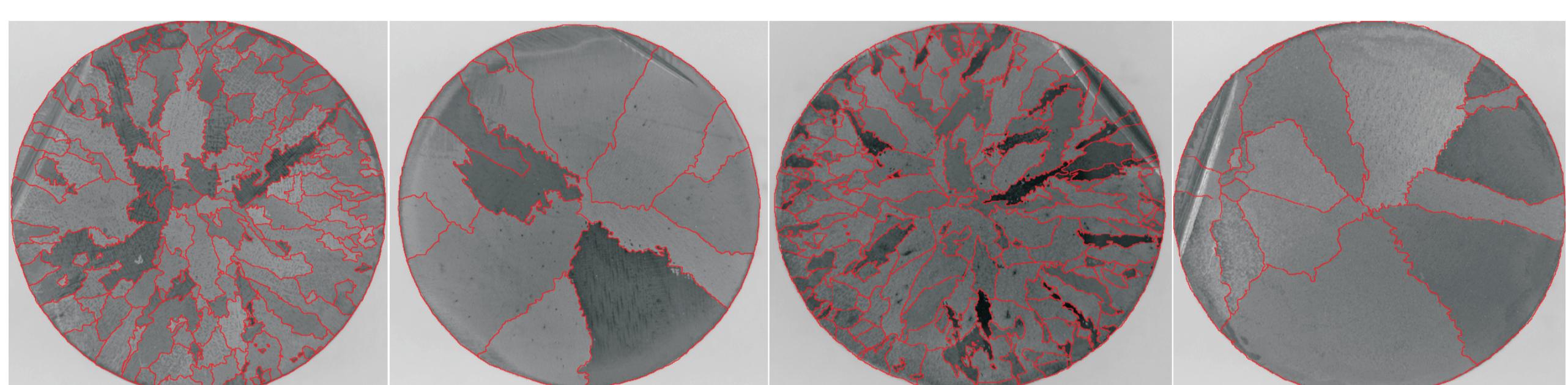
KONFERENCJA ROCZNA
Projektu Kluczowego
12-13 Grudnia 2011

ZB 13

Opracowanie technologii przetapiania stopów niklu z zastosowaniem modyfikowania nanocząstkami proszków Development of the technology of remelting nickel alloys with the use of nanopowder modifications

Politechnika Śląska, Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

Wyniki badań cz. 2 Results part 2

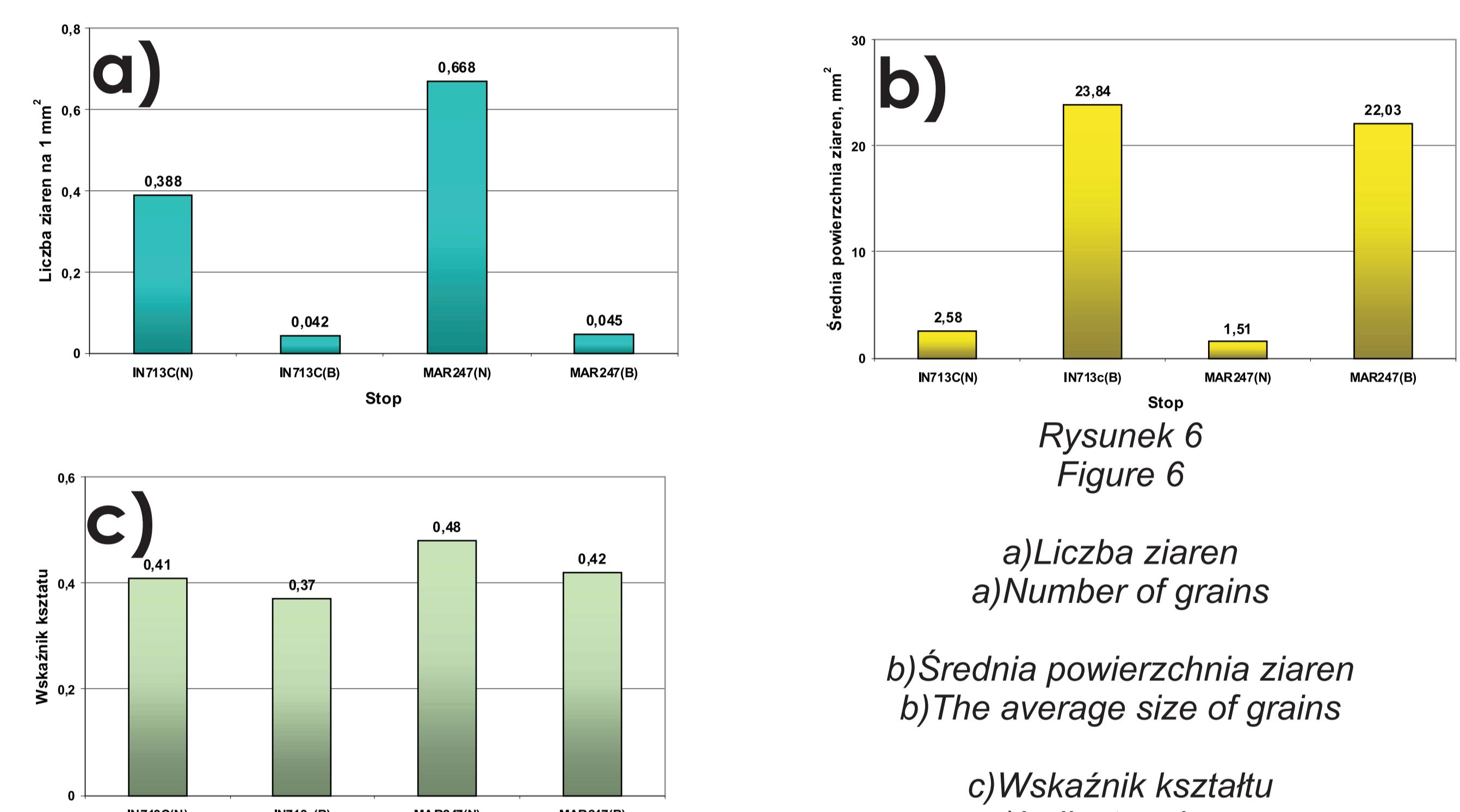


Rysunek 5
Figure 5

Makrostruktura –przekrój poprzeczny, Macrostructure-cross section

- a) Próbka IN-713C (forma niebieska, filtr niebieski), Sample IN-713C (blue form, blue filter)
- b) Próbka IN-713C (forma biała, filtr niebieski), Sample IN-713C (blue form, blue filter)
- c) Próbka MAR-247 (forma niebieska, filtr niebieski), Sample MAR-247 (blue form, blue filter)
- d) Próbka MAR-247 (forma biała, filtr niebieski), Sample MAR-147 (blue form, blue filter)

Wybrane cechy stereologiczne makrostruktury Selected stereological features of macrostructure



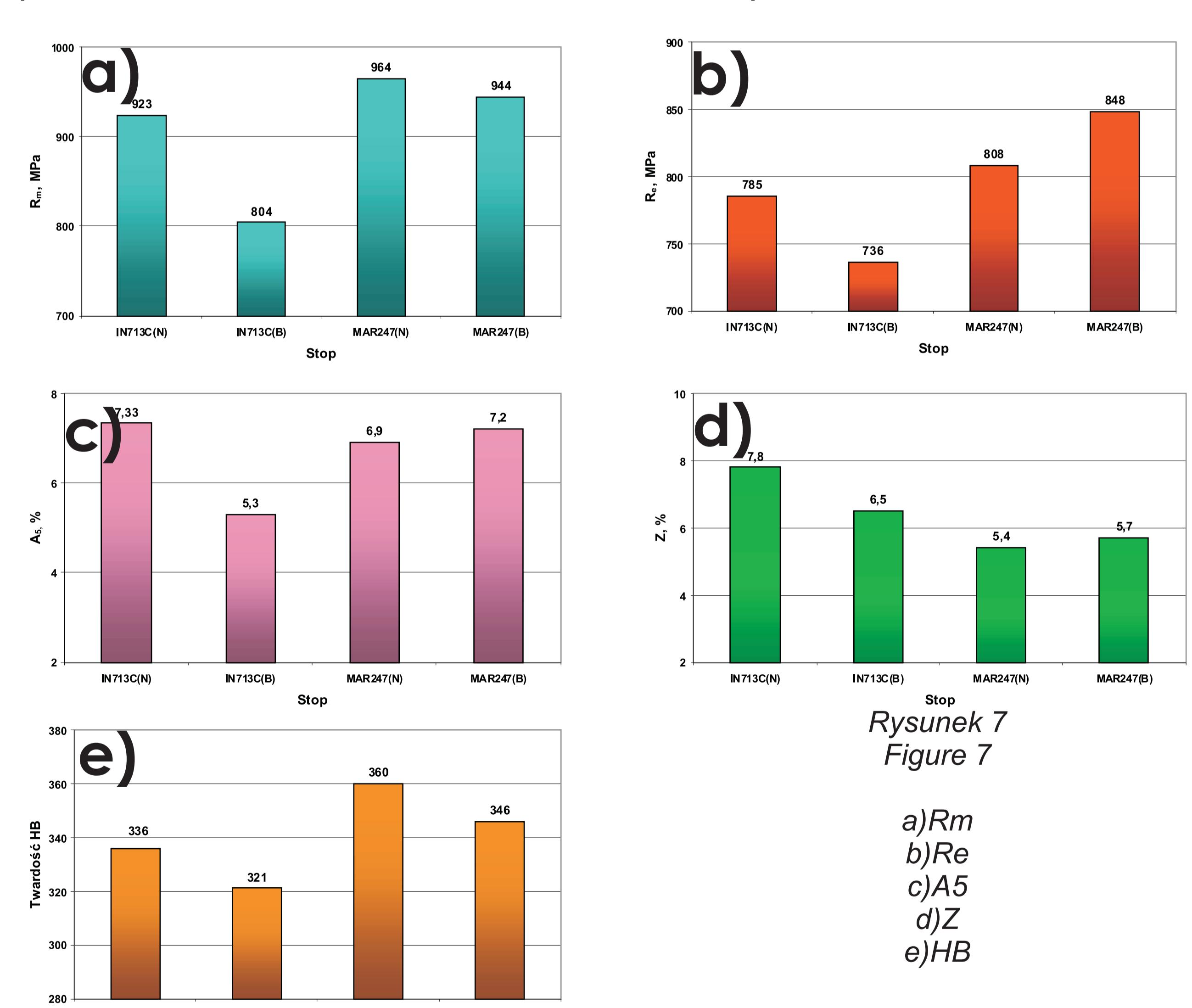
Rysunek 6
Figure 6

a) Liczba ziaren
a) Number of grains

b) Średnia powierzchnia ziaren
b) The average size of grains

c) Wskaźnik kształtu
c) Indicator shape

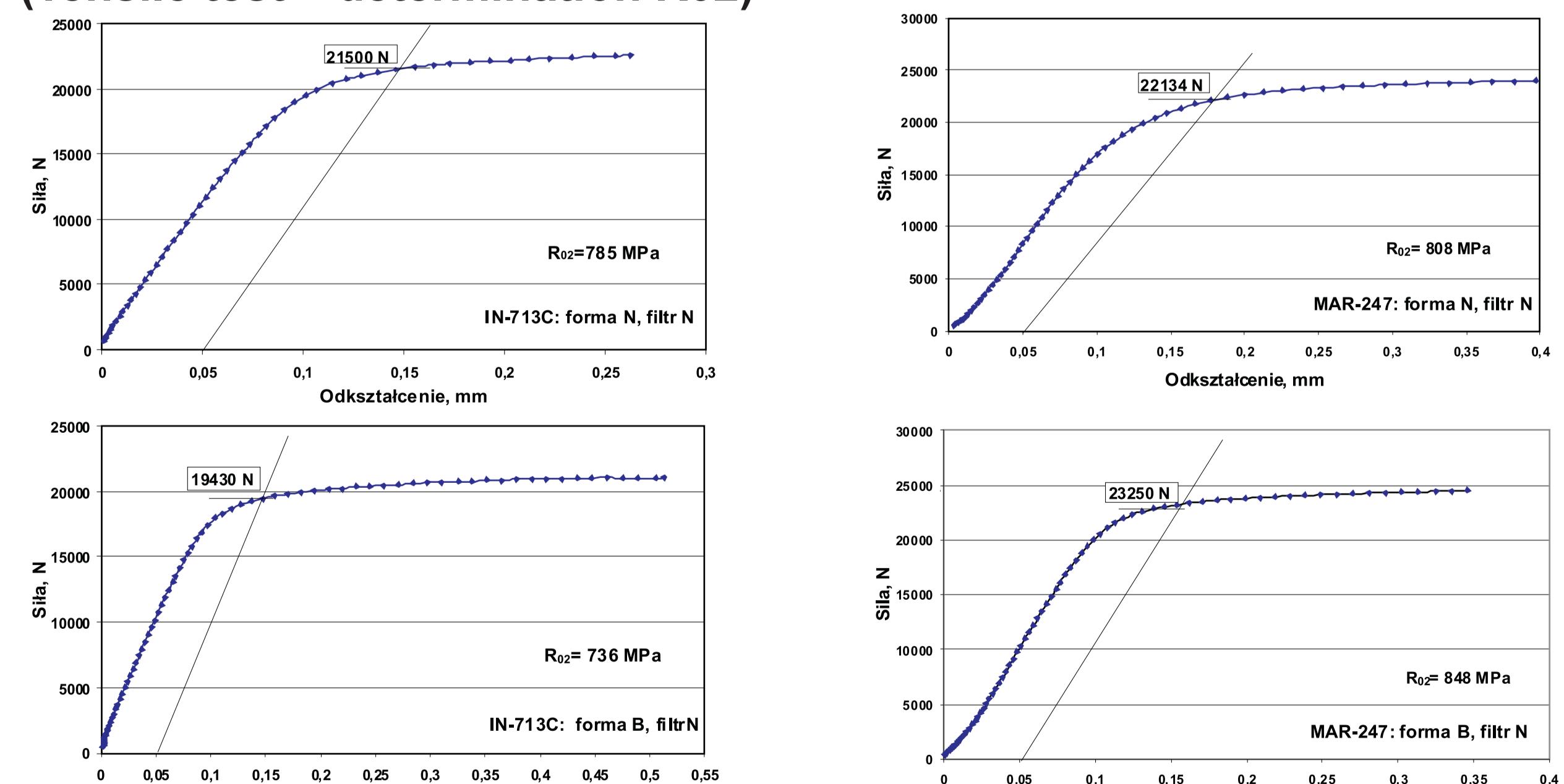
Wyniki pomiarów Rm, Re, A5, Z i HB (Results of measurements Rm, Re, A5, Z i HB)



Rysunek 7
Figure 7

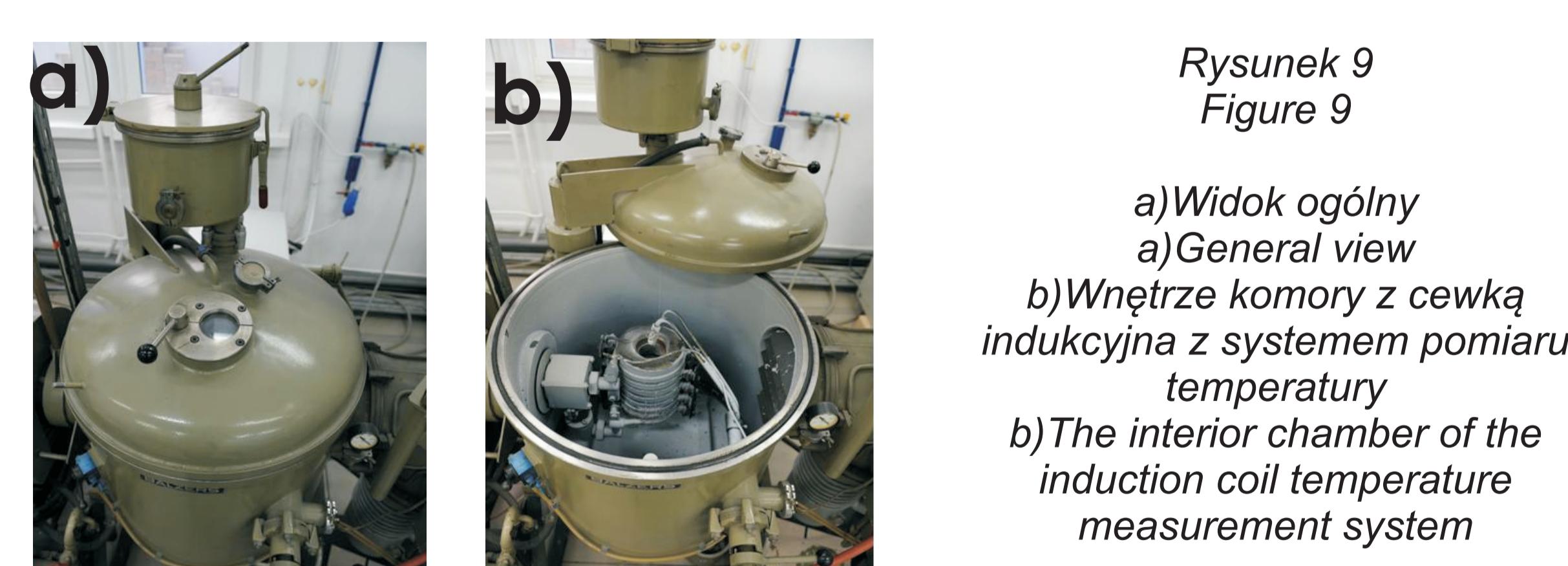
a) Rm
b) Re
c) A5
d) Z
e) HB

Próba rozciągania – wyznaczenie R02 (Tensile test – determination R02)



Opracowanie koncepcji adaptacji pieca indukcyjnego Balzers do oceny jakości metalurgicznej wlewków „master heat” w warunkach WSK Rzeszów.

(Develop the concept of adaptation induction furnace Balzers to assess the quality of metallurgical ingots "master heat" in a WSK Rzeszów.)



Rysunek 9
Figure 9

- a) Widok ogólny
a) General view
- b) Wnętrze komory z cewką indukcyjną z systemem pomiaru temperatury
b) The interior chamber of the induction coil temperature measurement system

Proponowane zmiany adaptacyjne pieca The proposed changes to adapt the furnace



1. Zmniejszyć objętość tyglu do 0,2 litra (tygla w tyglu),
2. Zainstalować dwa dodatkowe przepustki do pomiaru temperatury metalu w tyglu i próbniku ATD.

1. Reduce the volume to 0.2 liters crucible (crucible in the crucible),
2. Install two additional culverts to measure the temperature of metal in the crucible and the sampler ATD.

Wnioski Conclusions

1. Z przeprowadzonych badań wynika jednoznacznie, że połączenie modyfikowania powierzchniowego (powłoka modyfikująca na powierzchni licoowej formy) z objętościowym (modyfikator jako składnik filtra), wpływa na uzyskanie w całej objętości odlewów struktur kryształów równoosiowych.

From the conducted tests and investigations it follows that the combined method of surface and volume modification (modification coating applied on the internal mould surface and modifier as a filter constituent, respectively) produces the structure of equiaxial crystals within the entire casting volume.

2. Konsekwencja modyfikowania jest widoczne podwyższenie właściwości mechanicznych, zwłaszcza granicy plastyczności i wytrzymałości na rozciąganie. W stosunku do wytopu niemodyfikowanego, właściwości te rosą o około 10 do 15 %, po modyfikacji łącznej.

A consequence of the modification process is the well visible increase of mechanical properties, yield strength and tensile strength in particular. Compared with non-modified melt, the combined modification has improved these properties by approximately 10 to 15%.

3. Nie uzyskano spodziewanego efektu modyfikacji w formach przemysłowych, co prawdopodobnie wynika z nieodpowiedniej konstrukcji formy dla modyfikowania kompleksowego-wpływ falszywych kanałów lewowych (odpowietrzania).

The desired effect of modification has not been achieved in the industrial casting molds. It is probably caused by the improper construction of the mold for complex modification—the influence of the false channel gating (the air-escapes).

4. Stop IN713C (7V212). Przebieg wykresu ATD poprawny. Poprawne wartości temperatury Tlik, TE, Tsol i Tps.

IN713C (7V212) alloy. The run of ATD curve is correct. The values of the temperatures Tlik, TE, Tsol and Tps are correct.

5. Stop IN713C (M3023). Przebieg wykresu ATD wskazuje na możliwość wydzielenia się wtrąćce niemetalicznych, o czym świadczy wydłużony czas do momentu zakrzepnięcia stopu i mała wartość kąta nachylenia przebiegu pochodzącej od TE do Tsol. Zwiększenie zakresu krzepnięcia w III etapie o 210°C oraz wydłużenie czasu o 88s. Obserwacje powierzchni odlewów (góra i góry powierzchnie boczne odlewów - podlewem) pokryte znaczna ilością czarnych plam (prawdopodobnie wtrąćce). W środku dostarczonego plastera („master heat”) była duża jama (dziura i porowatość), w której te wtrąćce mogły być obecne. Wszystkie temperatury charakterystyczne są niższe.

IN713C (M3023) alloy. The run of the ATD curve indicates possible precipitation of non-metallic inclusions (long time elapsing till alloy solidification and low value of the derivative curve slope angle in the range of TE to Tsol. The solidification range at stage III increased by 210°C and the time longer by 88s. The casting surfaces (top surface and upper side surfaces under the gate) are coated with numerous black spots (probably originating from the inclusions). In the central part of the supplied „master heat” ingot, a large cavity (a hole and porosities) is visible, gathering in its inside all inclusions. All characteristic temperatures are lower than they should be!

Wskazniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Publikacje ((Publications)

1. Binczyk F., Śleziona J., Gradoń P.: Modification of the macrostructure of nickel superalloys with cobalt nanoparticles, Composites, nr1, 2011 , pp. 49-55.
2. Binczyk F, Śleziona J, Gradoń P, J. Michalska, S. Bąk: Interactions at the mould – modifying coating – molten nickel alloy interface, Archives of Foundry Engineering, vol.11, Issue 3, 2011, pp.5-11.
3. F. Binczyk, J. Śleziona, P. Grador: Ceramic filters for bulk inoculation of nickel alloy castings, Archives of Foundry Engineering, vol.11, Special Issue 3, 2011, pp.29-33.
4. F. Binczyk*, J. Śleziona, J. Szyszko, P. Gradoń: Effect of technological parameters on structure of castings made from IN-713C nickel alloy, Archives of Foundry Engineering, vol.11, Issue 4, 2011, pp.9-13.

Referaty (Papers)

1. XI Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Optymalizacja Systemów produkcyjnych w Odlewaniach”. 06. Łódź: I. Oddziaływanie na granicy forma – powłoka modyfikująca – ciekłe stopy niklu – modyfikujący coating – molten nickel alloy interface, Archives of Foundry Engineering, vol.11, Issue 3, 2011, pp.5-11.
2. Wpływ parametrów technologicznych formy i warunków odlewania na makrostrukturę odlewów ze stopów niklu. (Effect of technological parameters on structure of castings made from IN-713C nickel alloy)
3. Filtry ceramiczne do modyfikowania objętościowego odlewów ze stopów niklu. (Ceramic filters for bulk inoculation of nickel alloy castings III. Seminarium Naukowe Indywidualnego projektu kluczowego: „Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym”, Program Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007+2013, Zakopane, 12 + 16 września 2011 r.)
4. Wnioski wynikające z dotychczasowych analiz ATD oraz badań strukturalnych stopów wsadowych „master heat” nadstopów niklu i nadstopu kobaltu MAR M509 (Conclusions from the previous ATD studies and structural studies of alloys batch “master heat” super alloy of nickel and cobalt superalloy MAR M509)
5. Reakcje zachodzące na granicy ciekły metal-forma ceramiczna w procesie odlewania precyzyjnego elementów z nadstopów niklu i ich wpływ na jakość odlewów. (Reactions occurring on the border of a form of liquid metal-ceramic precision casting process elements from nickel superalloys and their impact on the quality of castings.)
6. Modyfikacja powierzchniowa odlewów precyzyjnych z nadstopów niklu. (Surface Modification of investment casting of superalloys of Nickel)
7. Wielokrotne przetapianie nadstopów niklu z udziałem złomu - możliwości i ograniczenia (Multiple remelting nickel superalloys with scrap - possibilities and limitations)

Prace mgr, dr, hab. (Master's theses, doctoral, postdoctoral):

Prace magisterskie obronione(Master theses defended) (29.06. 2011r.):

- Małka Marcin: „Makrostruktura oraz twardość odlewów ze stopu IN 713C po modyfikacji powierzchniowej i objętościowej”. (Macrostructure and hardness of the IN 713C cast alloy after the surface and volume modification), Promotor prof. dr hab. inż. Franciszek Binczyk.
- Wers Paweł: „Wpływ sposobu modyfikowania odlewów na proces krzepnięcia i mikrostrukturę odlewów ze stopu IN 713C” (Effect of modifying the process of casting solidification and microstructure of cast alloy IN 713C). Promotor prof. dr hab. inż. Franciszek Binczyk.
- Szeptyński Tomasz: Opracowanie składu mieszanin na filtry ceramiczne do modyfikowania objętościowego żarowotrzymalych stopów niklu” (Development of the composition of mixtures of ceramic filters for modifying the volumetric creep of nickel alloys). Promotor prof. dr hab. inż. Franciszek Binczyk.

Prace magisterskie realizowane (Master theses realized):

1. Piotr Wit: Wpływ modyfikacji powierzchniowej i objętościowej na strukturę i właściwości mechaniczne odlewów ze stopu niklu IN-713C (Influence of surface and bulk modifications to the structure and mechanical properties of cast nickel alloy IN-713). Promotor prof. dr hab. inż. Franciszek Binczyk.

Prace doktorskie (PhD thesis)

- Mgr inż. Paweł Gradoń „Procesy fizykochemiczne w układzie forma- modyfikator-ciekły stop, kształtujące makro- i mikrostrukturę wybranych nadstopów niklu.” (Physic and-chemical processes in the system form-modifier-liquid alloy, shaping the macro-and microstructure of selected nickel superalloys). Przewód otwarty 15. 11. 2011r.

Udział studentów / doktorantów (The share of students / doctoral):