



Wrocław University of Technology

Technologia wytwarzania oraz badania mikrostruktury i właściwości stopów amorficznych i krystalicznych na bazie żelaza

Autor: mgr inż. Piotr J. Bardziński

Dyscyplina naukowa: mechanika

Rok studiów: 6

Data otwarcia przewodu: 2011-10-12

Promotorzy:

prof. Marek Rybaczuk, PWr

prof. AJD Zygmunt Bąk



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Badania prowadzone w ramach niniejszej rozprawy były współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



Cel pracy, teza rozprawy

Cel naukowy:

- Uzyskanie szeregu funkcjonalnych stopów amorficznych i/lub nanokrystalicznych w postaci masywnej oraz cienkich taśm. Badania ich struktury i właściwości magnetycznych oraz wytrzymałościowych.

Cele aplikacyjne:

- niska koercja i wysoka przenikalność magnetyczna - rdzenie transformatorów mocy o niskich stratach energii
- stopy wykazujące efekt magnetokaloryczny, do zastosowań w chłodzeniu magnetycznym
- stopy możliwe do uzyskania w postaci masywnej - wysokowytrzymały materiał konstrukcyjny

Teza (robocza): Dobór odpowiednich składników lub/i dodatków stopowych oraz określone charakterystyki czasowo-temperaturowe wygrzewania stopu, jakim zostanie poddana próbka, doprowadzą do uzyskania pożądanych właściwości magnetycznych i/lub mechanicznych.



Zadania kluczowe

- wytworzenie stopów amorficznych, ewentualnie zawierających wtrącenia fazy nanokrystalicznej (w postaci taśm) oraz mikrokryształicznych (w postaci masywnej),
- badania struktury atomowej metodami dyfrakcji promieni rentgenowskich oraz spektroskopii Mössbauera
- pomiary namagnesowania oraz rezystywności w szerokim zakresie temperatur,
- zbadanie zmian wielkości badanych właściwości materiału w zależności od zawartości określonych składników lub/i dodatków stopowych oraz obróbki cieplnej,
- przeprowadzenie badań mikrostruktury rozpatrywanych stopów mikrokryształicznych,
- wyznaczenie charakterystyk wytrzymałościowych.



Próbki masywne w stanie wytworzenia



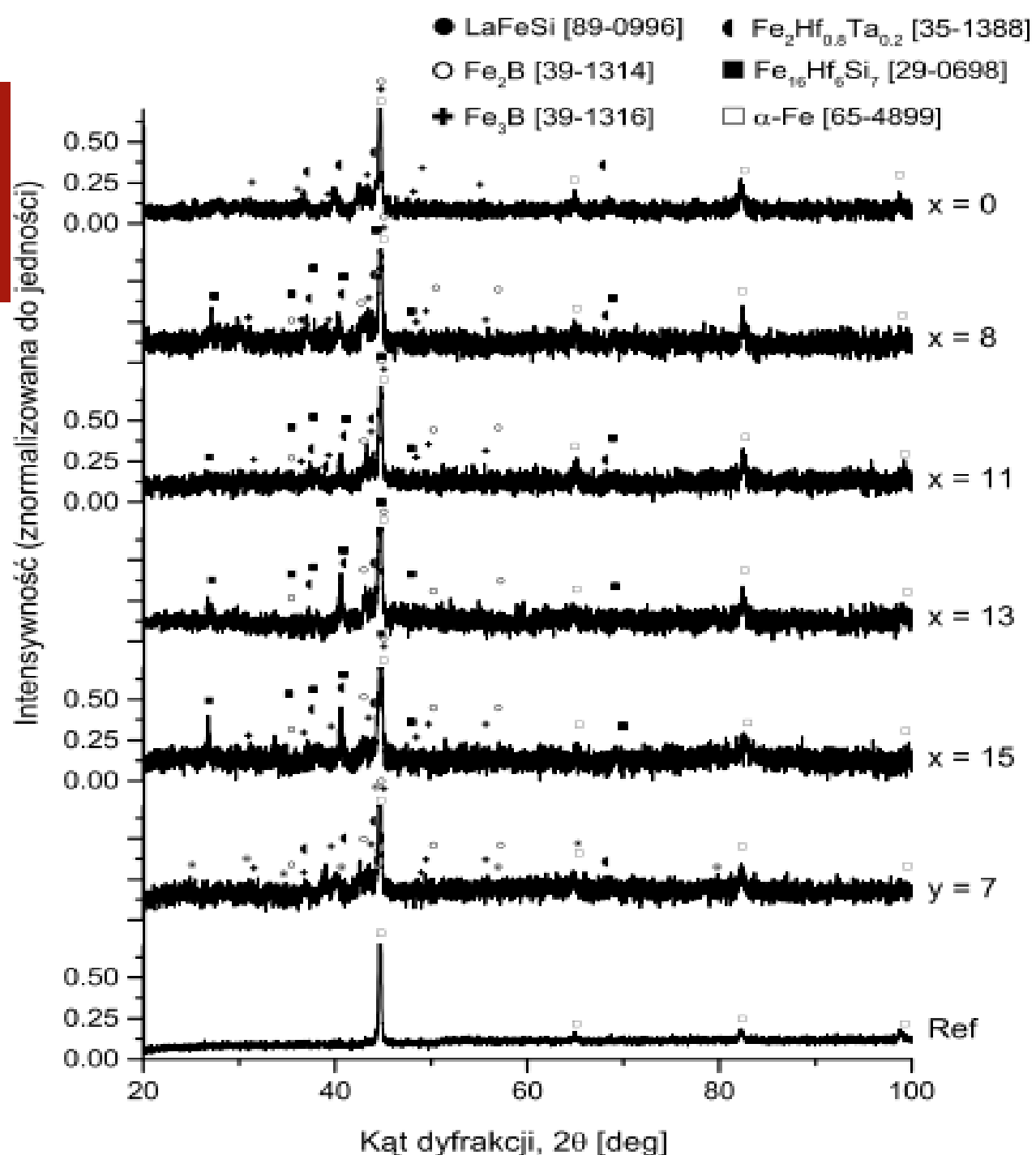
Struktura próbek XRD

Refleksy przypisane zidentyfikowanym fazom krystalicznym porównano z dyfraktogramami referencyjnymi z bazy PDF (ICDD, 2008)



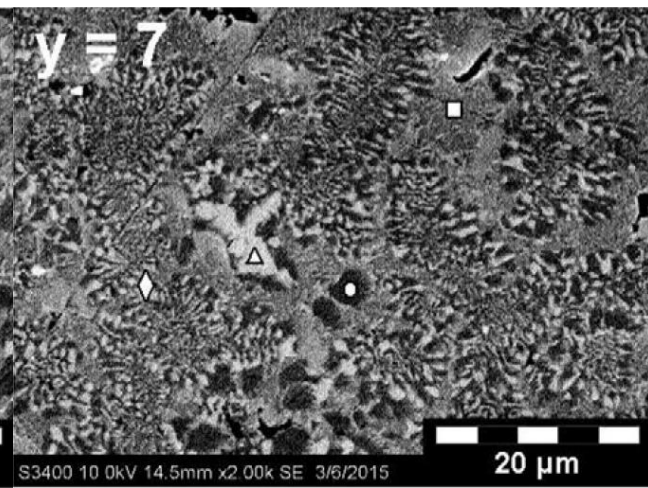
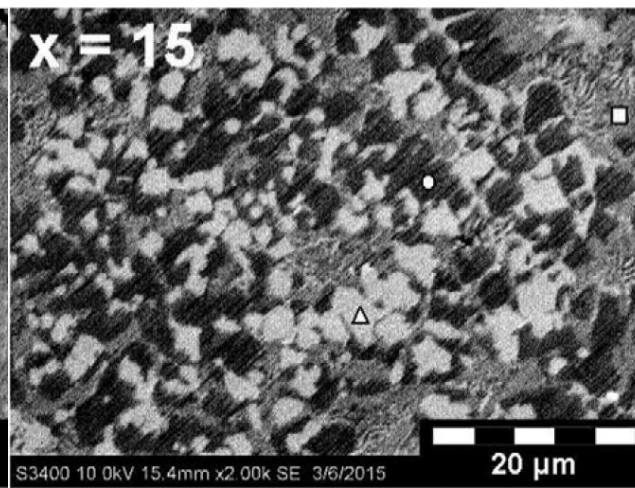
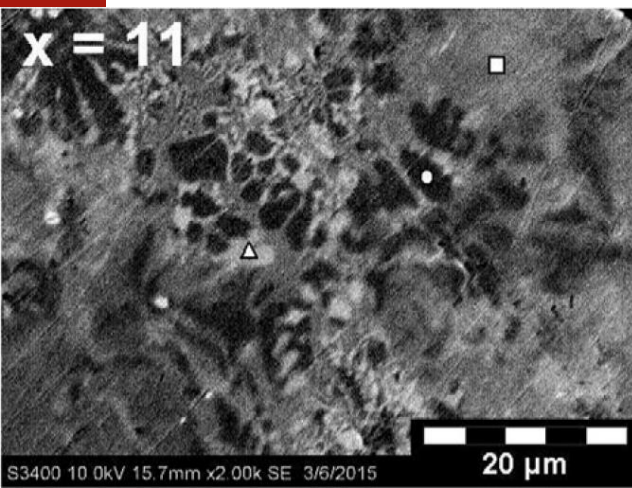
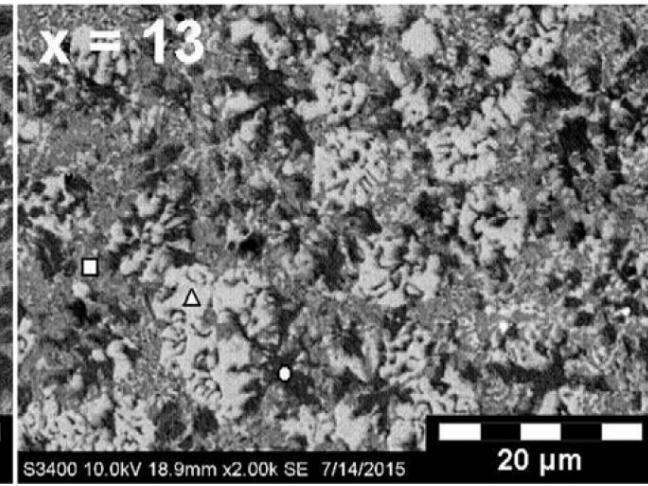
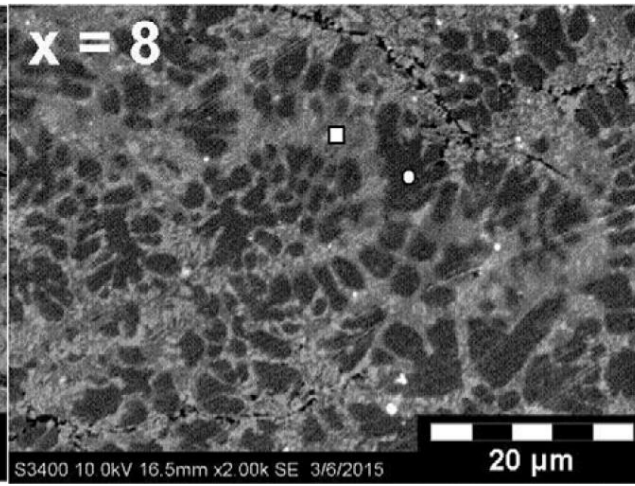
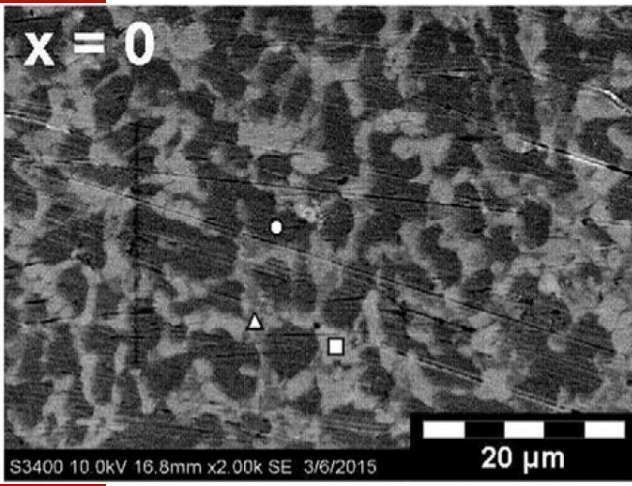
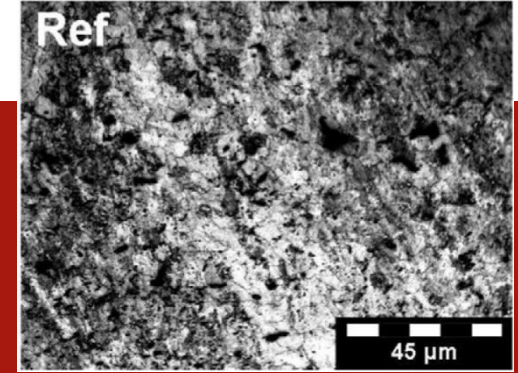
Faza fcc- $\text{Fe}_{16}\text{Hf}_6\text{Si}_7$ ($D8_a$) zidentyfikowana w stopach z $x = 8 - 15$ została dotychczas opisana jedynie dwukrotnie w znanej literaturze przedmiotu [1, 2].

- [1] Lisenko, L. A., Ban, Z., and Gladisev, E. I., Croat. Chim. Acta 43 (1971) 113.
[2] Lisenko, L. O., Visnik L'viv un-tu. Ser. Khim. 15 (1974) 21.





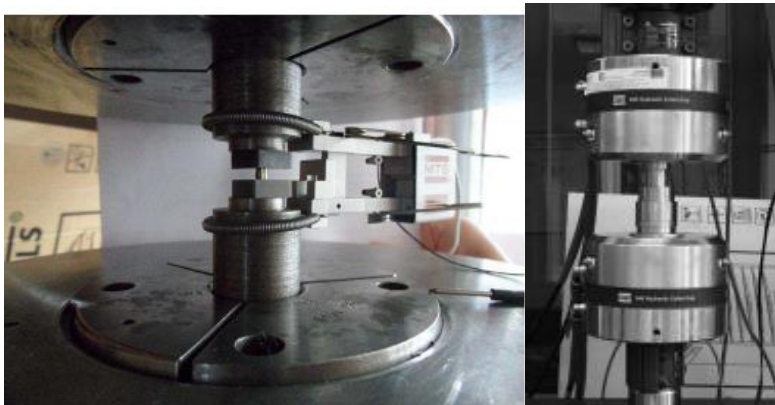
Badania mikrostruktury - SEM



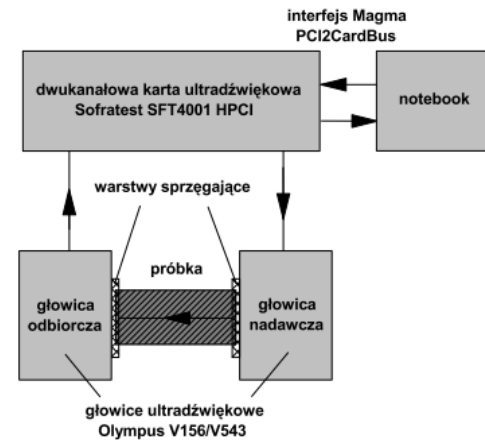


Przegląd badań własności wytrzymałościowych

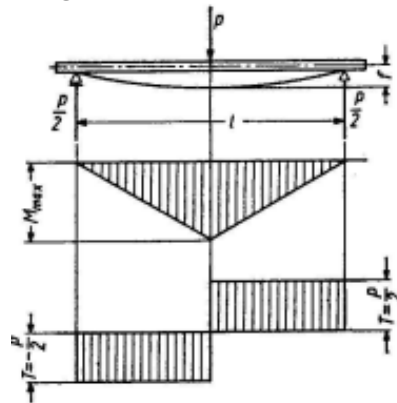
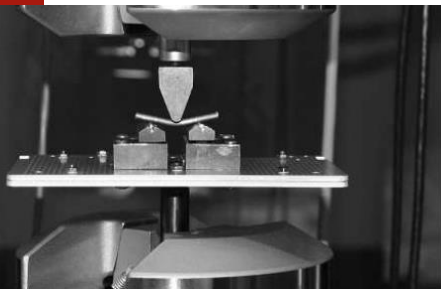
Statyczna próba ściskania jednoosiowego



Wyznaczenie stałych materiałowych ultradźwiękową metodą przepuszczania



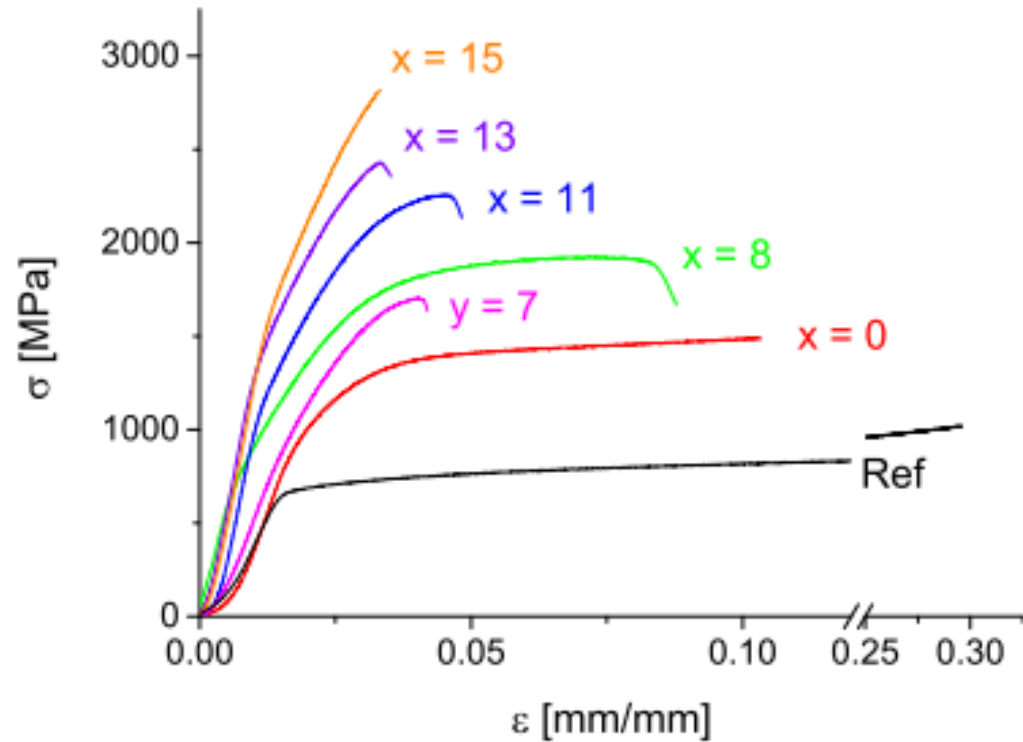
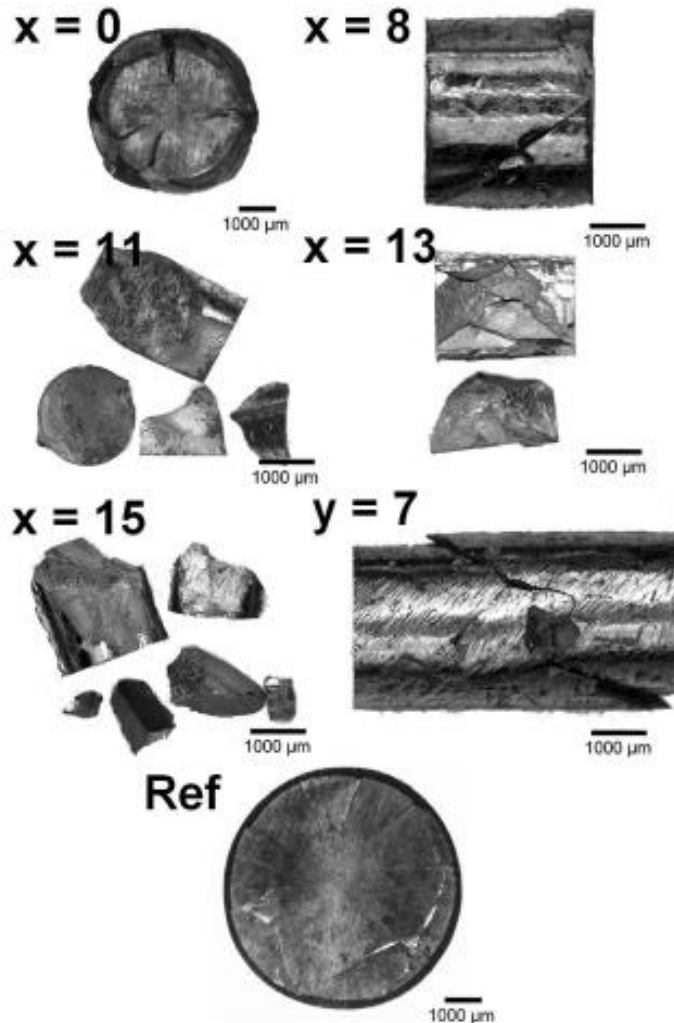
Próba trójpunktowego zginania



Pomiary mikro-twardości i nano-twardości



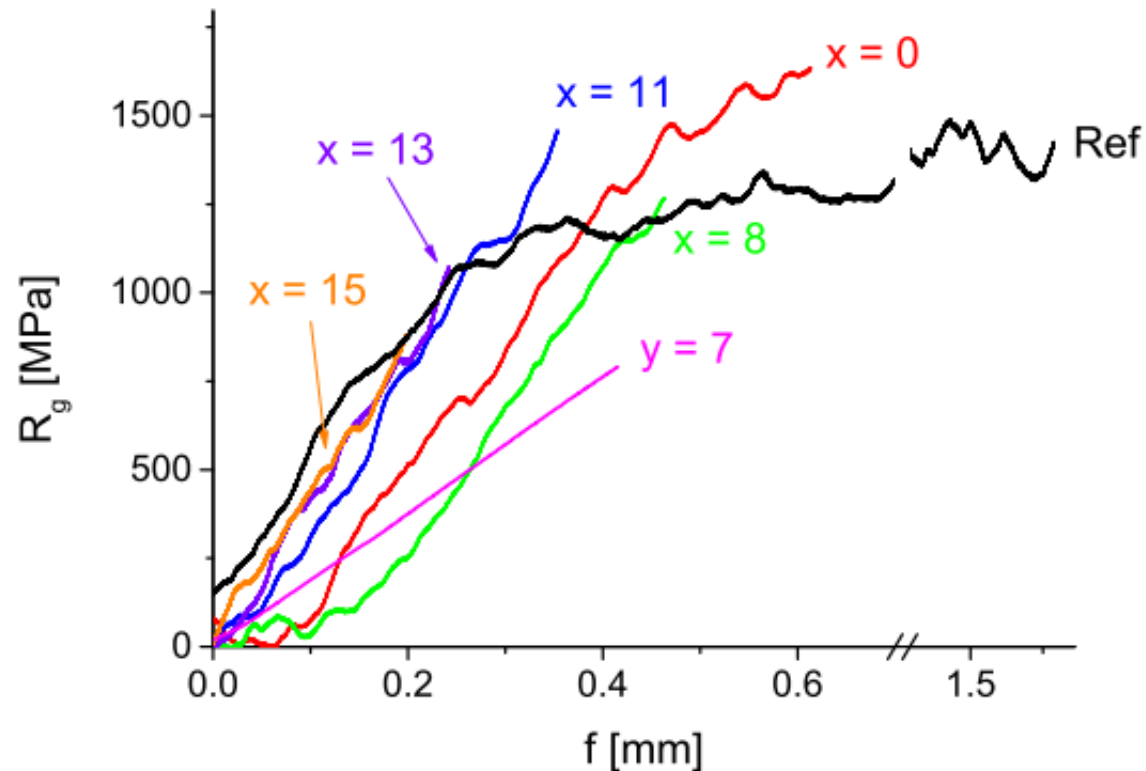
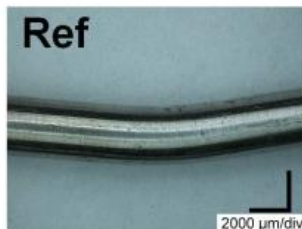
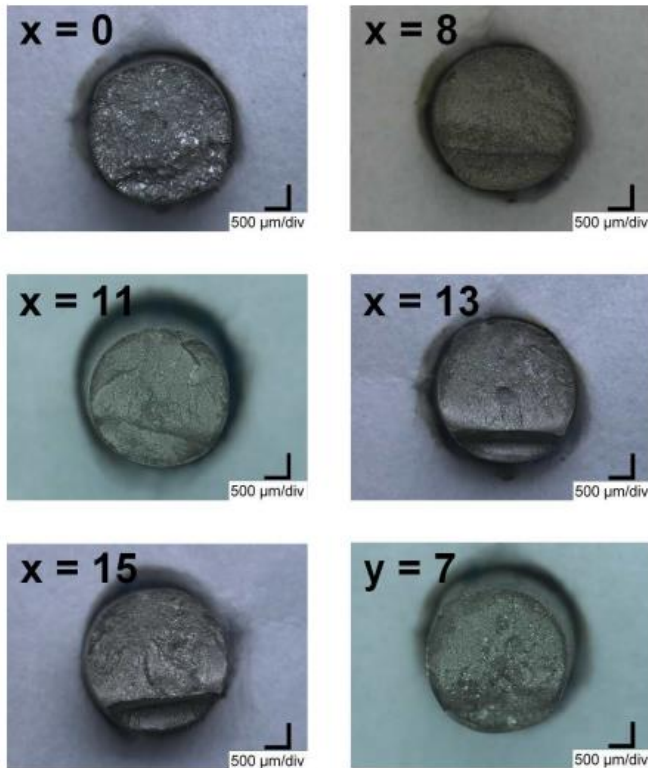
Statyczna próba ściskania jednoosiowego



σ [MPa] - naprężenie
 ϵ [mm/mm] - odkształcenie



Próba trójpunktowego zginania



R_g [MPa] - wytrzymałość na zginanie
f [mm] - strzałka ugięcia

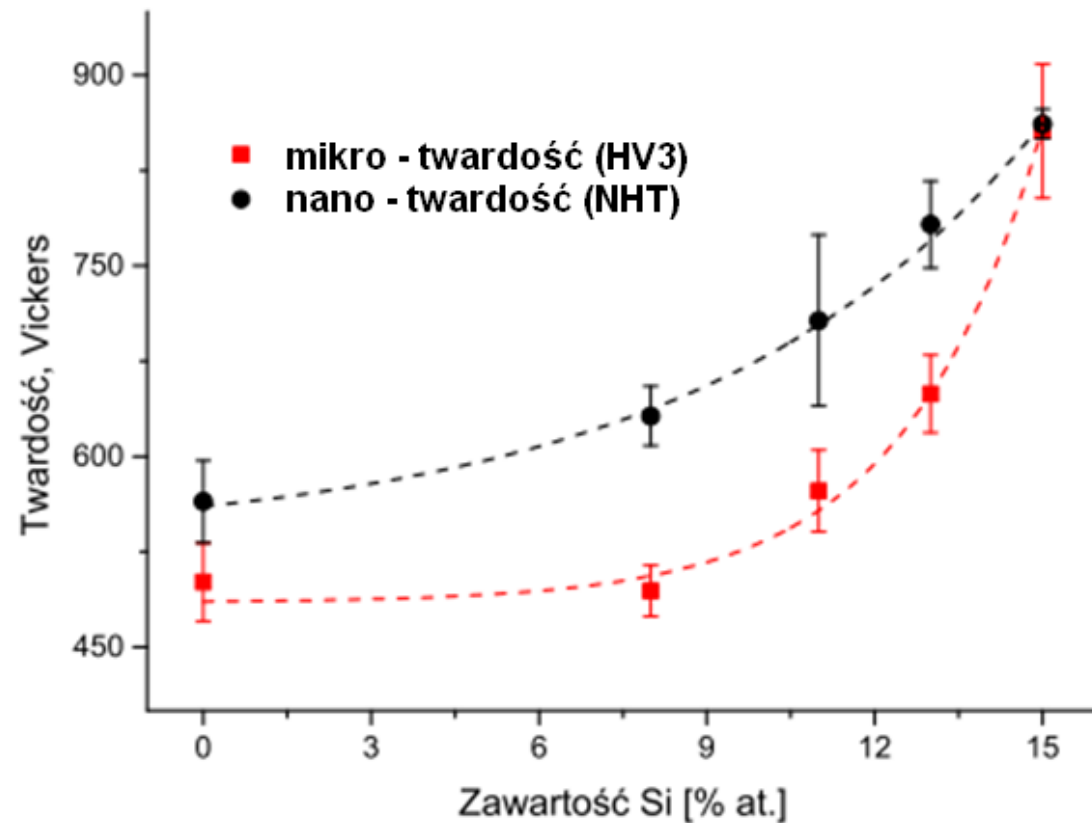
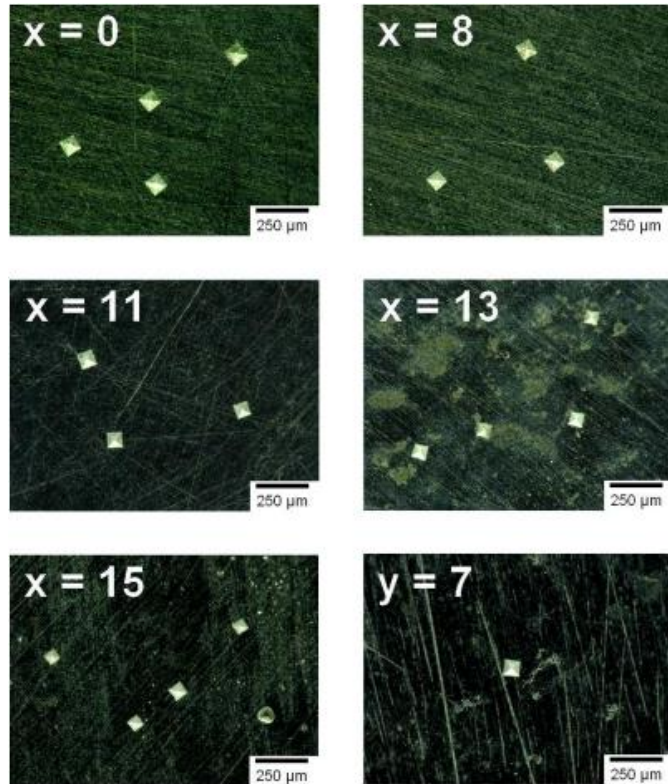


Wyznaczenie stałych materiałowych ultradźwiękową metodą przepuszczania

Tablica 5.13: Skorygowane o błąd opóźnienia impulsu wartości prędkości podłużnych v_L i poprzecznych v_T fal ultradźwiękowych, moduły Younga E , Kirchhoffa G i Helmholtza B oraz współczynnik Poissona ν wyznaczone w ultradźwiękowej metodzie przepuszczania dla szybko zestalanych masywnych stopów $\text{Fe}_{89-x}\text{Hf}_4\text{Ta}_1\text{Cu}_1\text{Gd}_1\text{Si}_x\text{B}_4$ ($x = 0 - 15$) i $\text{Fe}_{74}\text{Hf}_4\text{Ta}_1\text{Cu}_1\text{Gd}_1\text{La}_y\text{Si}_{15-y}\text{B}_4$ ($y = 7$) oraz stali (*Ref*), podane razem z wartościami gęstości d

Skład	d [kg m^{-3}]	v_L [m s^{-1}]	v_T [m s^{-1}]	E [GPa]	G [GPa]	B [GPa]	ν [-]
<i>Ref</i>	7780	6016	3321	219.81	85.81	167.17	0.281
$x = 0$	8390	5703	2876	184.52	69.40	180.35	0.329
$x = 8$	8190	5787	2940	187.75	70.79	179.89	0.326
$x = 11$	8080	5882	2938	186.05	69.75	186.56	0.334
$x = 13$	7980	5837	2972	186.79	70.49	177.90	0.325
$x = 15$	7930	5986	3246	215.86	83.55	172.74	0.292
$y = 7$	7820	5244	2975	174.79	69.21	122.76	0.263

Pomiary mikro-twardości i nano-twardości





Próbki w postaci cienkich taśm



Wykaz publikacji - Lista Filadelfijska

1. **Bardziński P.J., Błyskun P.**, *Mechanical properties and structure of rapidly solidified bulk $Fe_{89-x}Hf_4Ta_1Cu_1Gd_1Si_xB_4$ ($x = 0 - 15$) and $Fe_{74}Hf_4Ta_1Cu_1Gd_1La_ySi_{15-y}B_4$ ($y = 7$) alloys*, *Materials & Design* Vol. 103 (2016) s. 377-390.

Punktacja MNiSW (2015) : **35** Impact Factor: **3.50**

2. **Bardziński P. J., Kopcewicz M., Rybaczuk M., Hasiak M., Musiał A. , Kinzhybalo V., Idzikowski B.**; *Magnetic properties and structure of amorphous $Fe_{74}Hf_4Ta_1Cu_1Gd_1La_xSi_{15-x}B_4$ ($x = 0, 7$) ribbons*, *Acta Physica Polonica A*, vol. 127 (2015), nr 3, s. 827-830.

Punktacja MNiSW (2014): **15**; Impact Factor: **0.53**

3. **Bardziński P.J.**; *On the impact of intermolecular interactions between the quaternary ammonium ions on interlayer spacing of quat-intercalated montmorillonite: A molecular mechanics and ab-initio study*, *Applied Clay Science (Elsevier)*, Vol. 95 (2014), s. 323-339;

Punktacja MNiSW (12.2013): **35** Impact Factor: **2.70**

4. **Bardziński P.J.**; *Determination of the electronic band structure of the rutile polymorph of TiO_2 : a quantum chemical approach*, *Materials Science-Poland*, vol. 29 (2011), nr 3, s. 223-232

Punktacja MNiSW (2010): **13**; (2012): **15**; (12.2013): **15** Impact Factor: **0.37**



Wykaz publikacji - Materiały konferencyjne

1. *Ab initio investigation of intermolecular interactions in tryptophane (indole) - graphene complex.* Bardziński Piotr J. *13th Students' Science Conference [Dokument elektroniczny] : Polanica-Zdrój, 17-20 September 2015.* Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2015. s. 261-265.
2. *Tensile and shear strength tests of unidirectional glass-fibre reinforced poly(vinyl chloride) composite.* A. A. Błachut, P. J. Bardziński, *13th Students' Science Conference [Dokument elektroniczny] : Polanica-Zdrój, 17-20 September 2015.* Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2015. s. 272-277.
3. *Piezoelectric effect in natural quartz under cyclic uniaxial load.* Błachut Aleksander, Cwenarkiewicz Magdalena, Bardziński Piotr J. *12th Students' Science Conference [Dokument elektroniczny] : Boguszów-Gorce, 18-21 September 2014.* Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2014. s. 295-300.
4. *Iron-based amorphous alloys exhibiting a magnetocaloric effect, P. J. Bardziński, A. A. Błachut, W: 11th Students' Science Conference Man - Civilization - Future : Będlewo, 3-6 October 2013.* Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2013. *Prace Studentów Politechniki Wrocławskiej. Konferencje, ISSN 1732-0240; nr 18, s. 151-155 (2013)*
5. *Implementation of statistical time series analysis method for structural health monitoring, A. A. Błachut, P. J. Bardziński, W: 11th Students' Science Conference Man - Civilization - Future : Będlewo, 3-6 October 2013.* Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2013. *Prace Studentów Politechniki Wrocławskiej. Konferencje, ISSN 1732-0240; nr 18, s. 445-450 (2013)*
6. *A proposal of surface modification of a vascular stent made of metallic glass with a superhydrophobic layer in order to avoid the development of restenosis (P. J. Bardziński), Człowiek - cywilizacja - przyszłość : IX Konferencja Naukowa Studentów, Będlewo, 7-9 października 2011.* Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, str. 163-168 (2011)
7. *On the preparation of titania sub-micrometer structures by means of anodization (P. J. Bardziński), VIII Konferencja Naukowa Studentów Człowiek-Cywilizacja-Przyszłość, Szklarska Poręba, Polska, Prace studentów P.Wr. nr. 15, str. 61-66, ISSN 1732-0240 (2010)*
8. *Nowe rozwiązania sensorowe do ilościowego oznaczania chloru w atmosferze otoczenia (P. J. Bardziński, H. Teterycz, M. Byrczek), VII Konferencja Naukowa Studentów Człowiek-Cywilizacja-Przyszłość, PWR, Polska, Prace studentów P.Wr. nr. 14, str. 7-12, Referaty Tom 1, ISSN 1732-0240 (2009)*