

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

Do badania różnych materiałów wykorzystywane są różnego rodzaju mikroskopy (najczęściej świetlne i elektronowe). Rozwój technologii powoduje, że każdego dnia opracowywane są nowe materiały. W chwili obecnej inżynierowie mogą wybierać spośród 160 000 różnych materiałów. Wybrane zdjęcia z mikroskopów SEM (skaningowy mikroskop elektronowy) i OM (mikroskop świetlny) materiałów wytwarzanych i badanych w Instytucie Inżynierii Materiałowej.

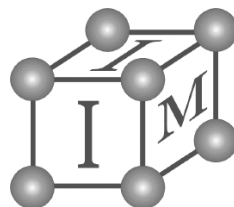
Informacje związana z tematyką materiałów można poszerzyć korzystając z Internetu, książek lub wykładów prowadzonych przez osoby zajmujące się naukowo dziedziną inżynierii materiałowej. Zapraszamy też na wydarzenia organizowane przez nasz wydział takie jak „Sekrety fizyki i inżynierii”, „Noc Naukowców” czy „Ogólnopolski Dzień Inżynierii Materiałowej”.

Zapraszamy do poszukania różnic – ile ich jest? POWODZENIA!!!

Izabela Szafraniak-Wiza, Adam Piasecki, Andrzej Miklaszewski i Grzegorz Adamek



Instytut Inżynierii Materiałowej



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

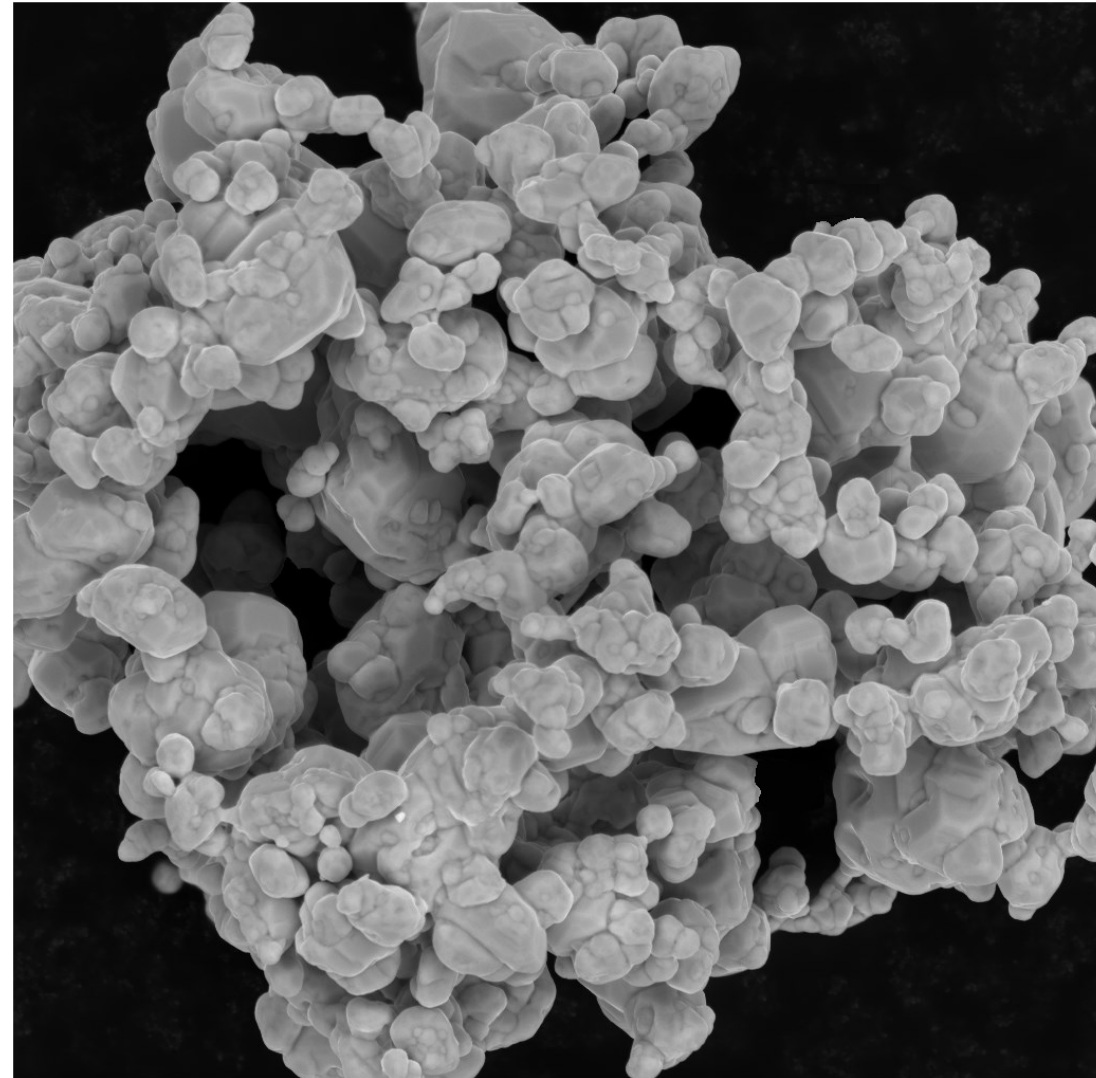
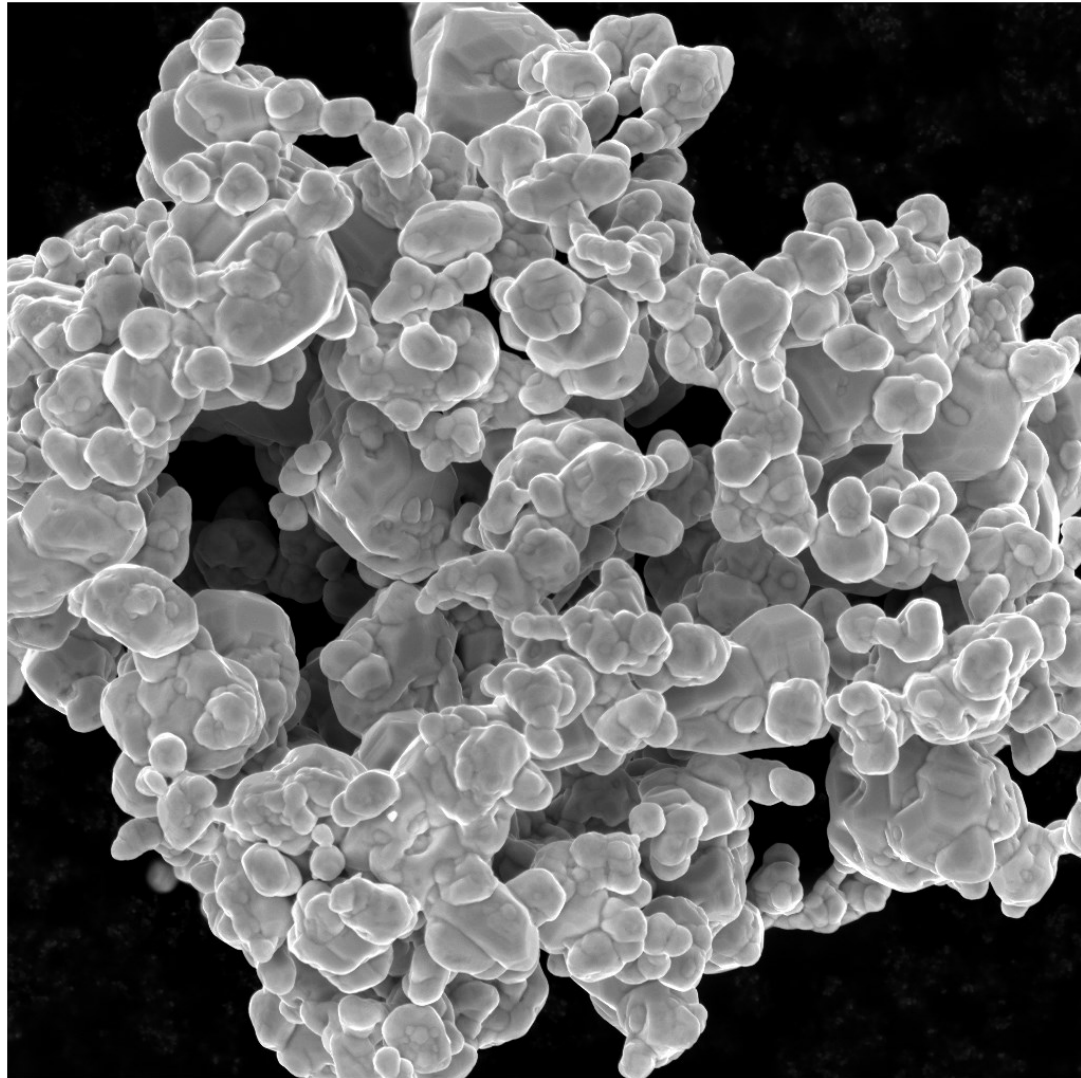


POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOWAWE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fol. Grzegorz Adamek

5 μm

5 μm

Aglomerat proszku srebra. Obraz SEM po lewej stronie wykonany detektorem In-Beam SE a po prawej detektorem In-Beam SE oraz BSE. Srebro ze względu na swoje właściwości fizyczne takie jak: bardzo dobra przewodność elektryczna i termiczna oraz biologiczne: silne właściwości antybakteryjne, wykorzystywane jest w produkcji zaawansowanej elektroniki, w energetyce a także w wyrobach medycznych.



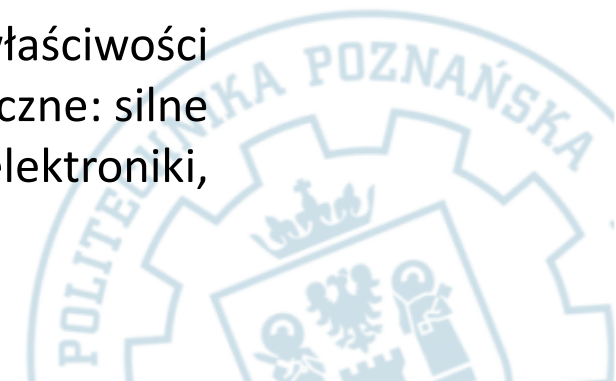
OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCZE

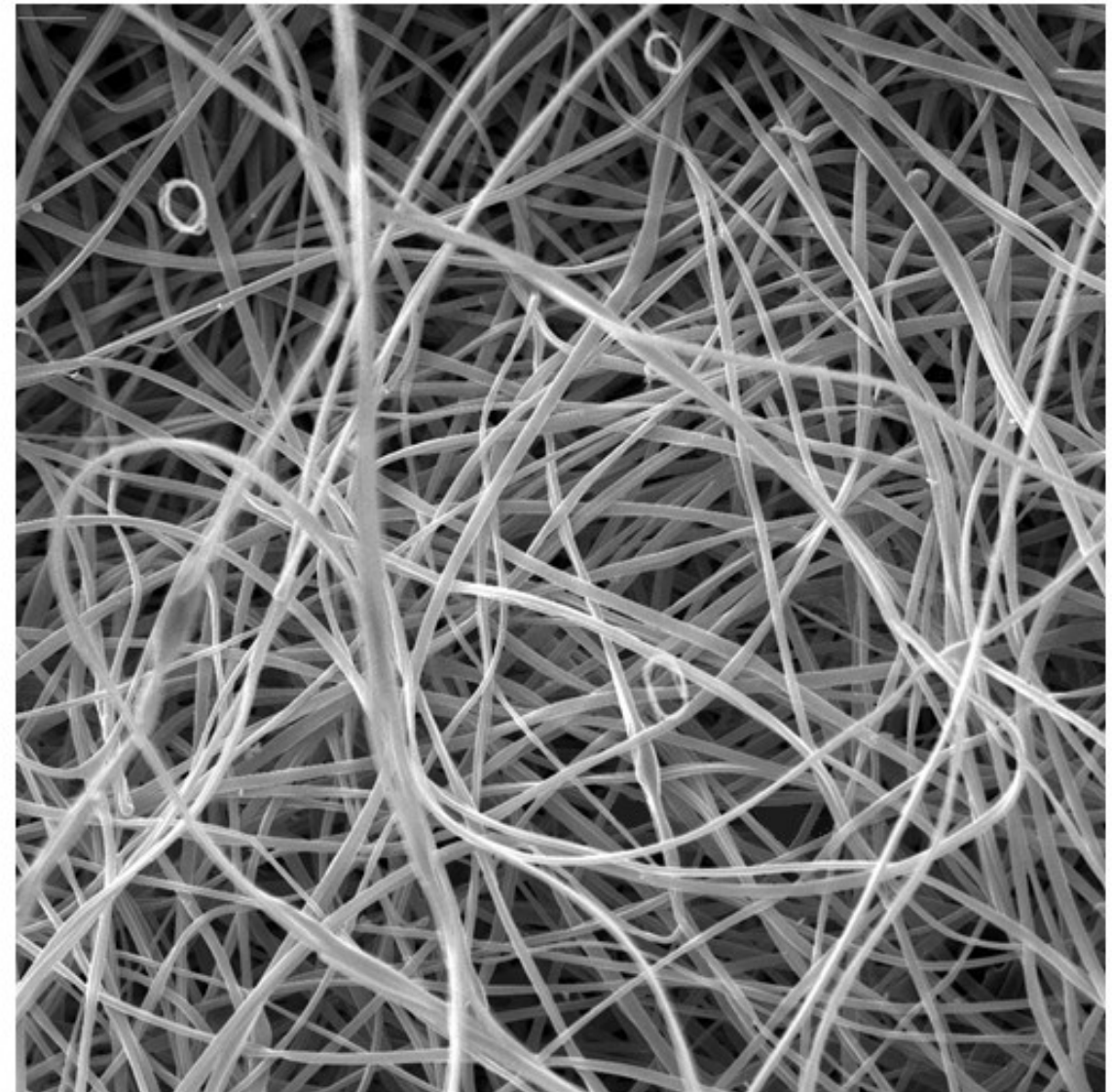
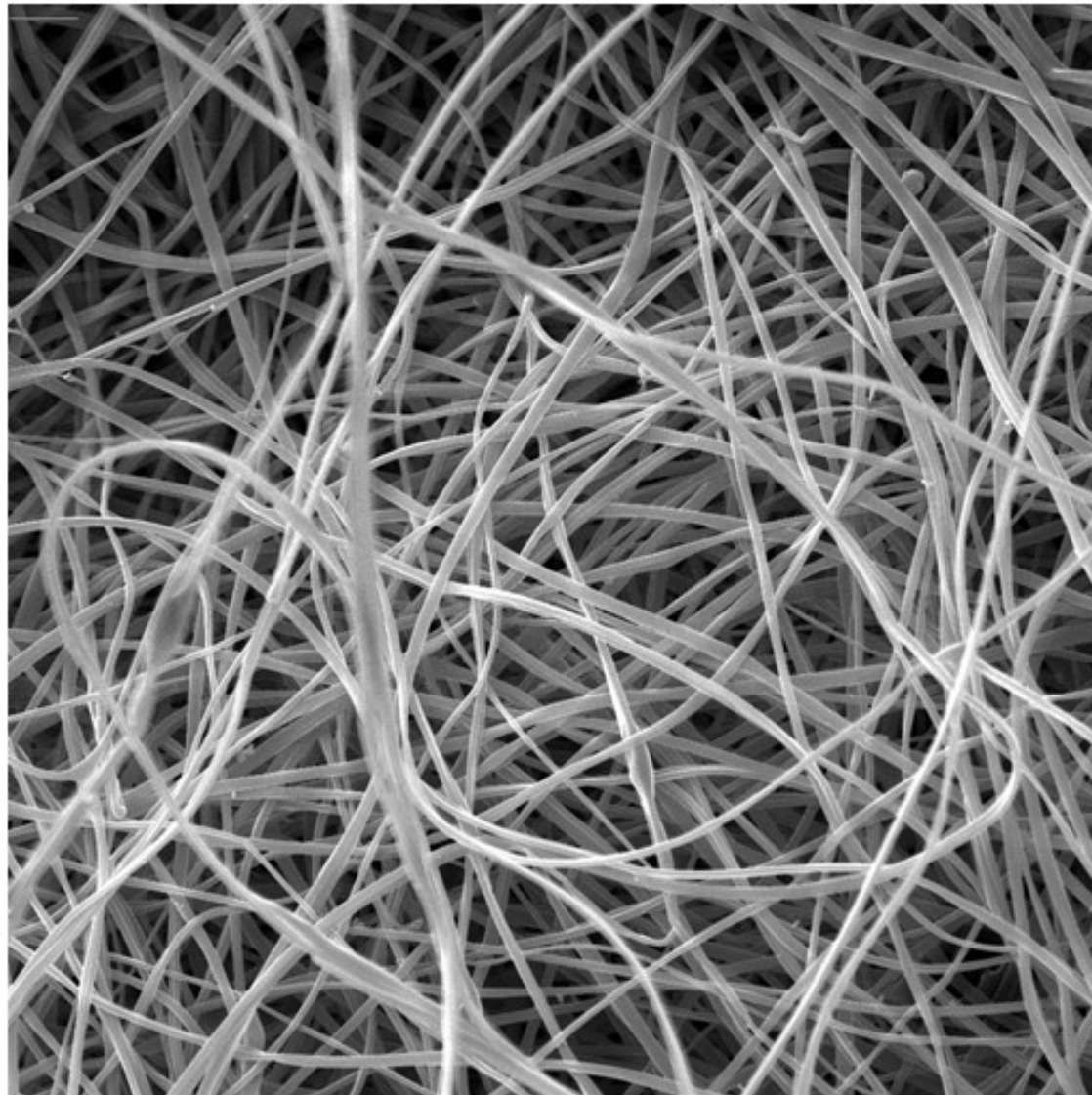


WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ



Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fot. Andrzej Miklaszewski



Przędza polimerowa polwinylopyrrolidonu (PVP) z uwięzionym ekstraktem resweratrolu i cyklodekstryny otrzymywana metodą EHD. Obecnie uważa się, że resweratrol jest jednym z najsilniejszych polifenoli i najsilniejszych protektorów przeciwko objawom związanym ze starzeniem się i syntezą wolnych rodników.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

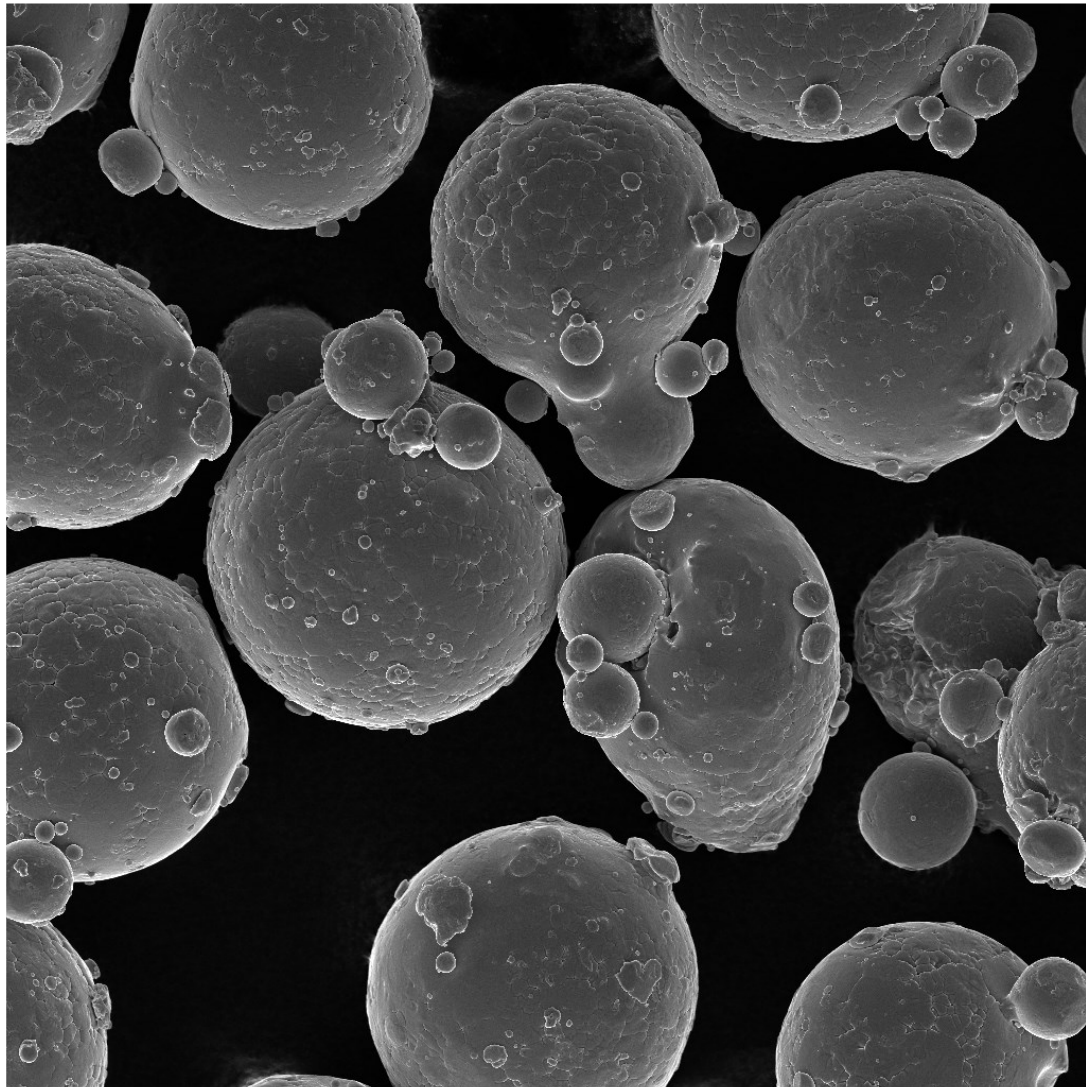
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOWAWE



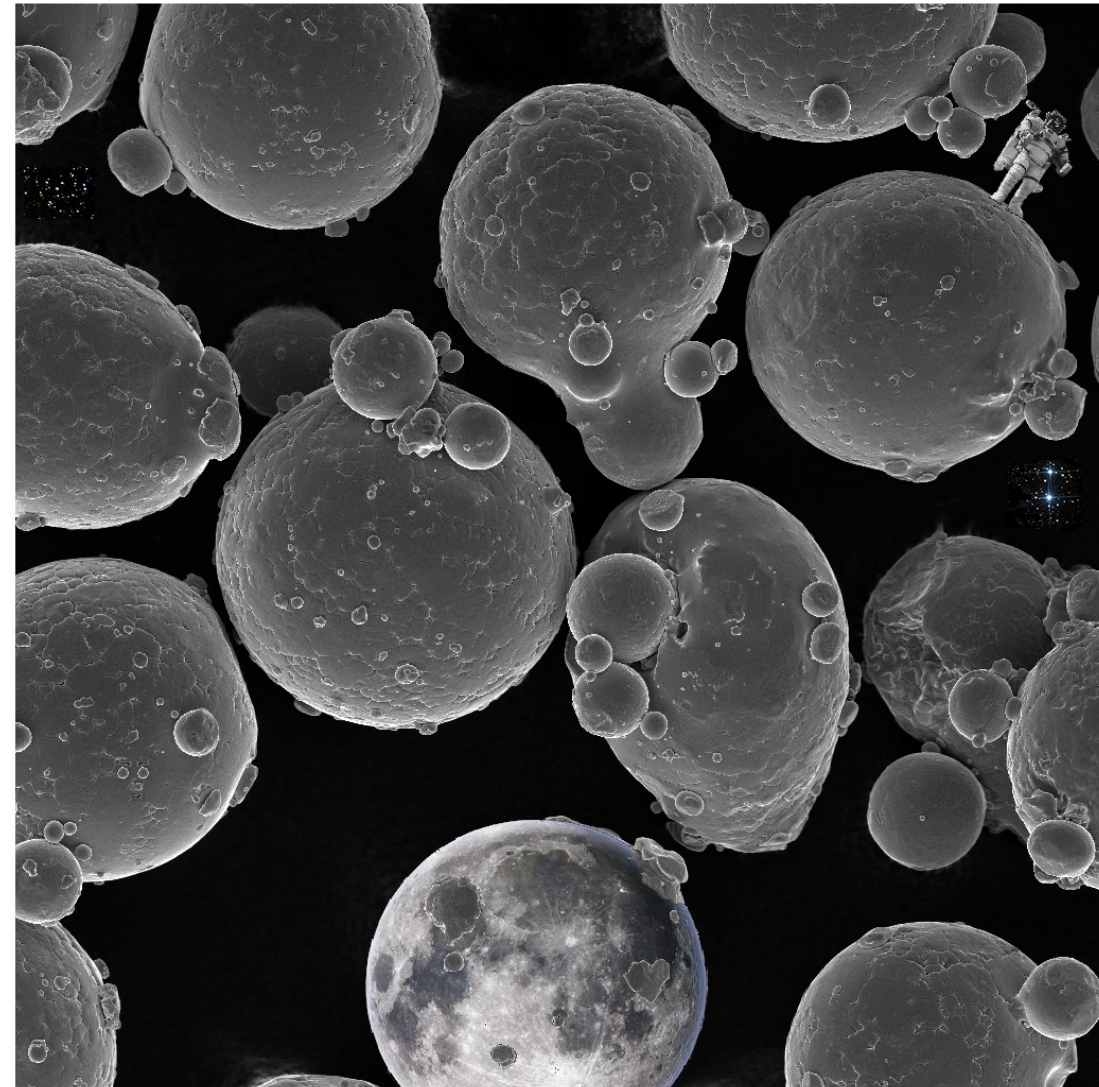
WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fol. Grzegorz Adamek



200 μm



200 μm

Cząstki proszku ze stopu tytanu (Ti-6Al-4V). Kulisty kształt świadczy o wytworzeniu tego proszku w metodzie rozpylania ciekłego stopu. Sferyczne proszki metali są ważnym surowcem do wytwarzania wyrobów litych za pomocą metody metalurgii proszków, a także wytwarzania przyrostowego. Jakość komponentów wytwarzanych z proszku jest silnie uzależniona od jakości proszku, dlatego kluczowe znaczenie ma zrozumienie właściwości i metod produkcji proszku.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

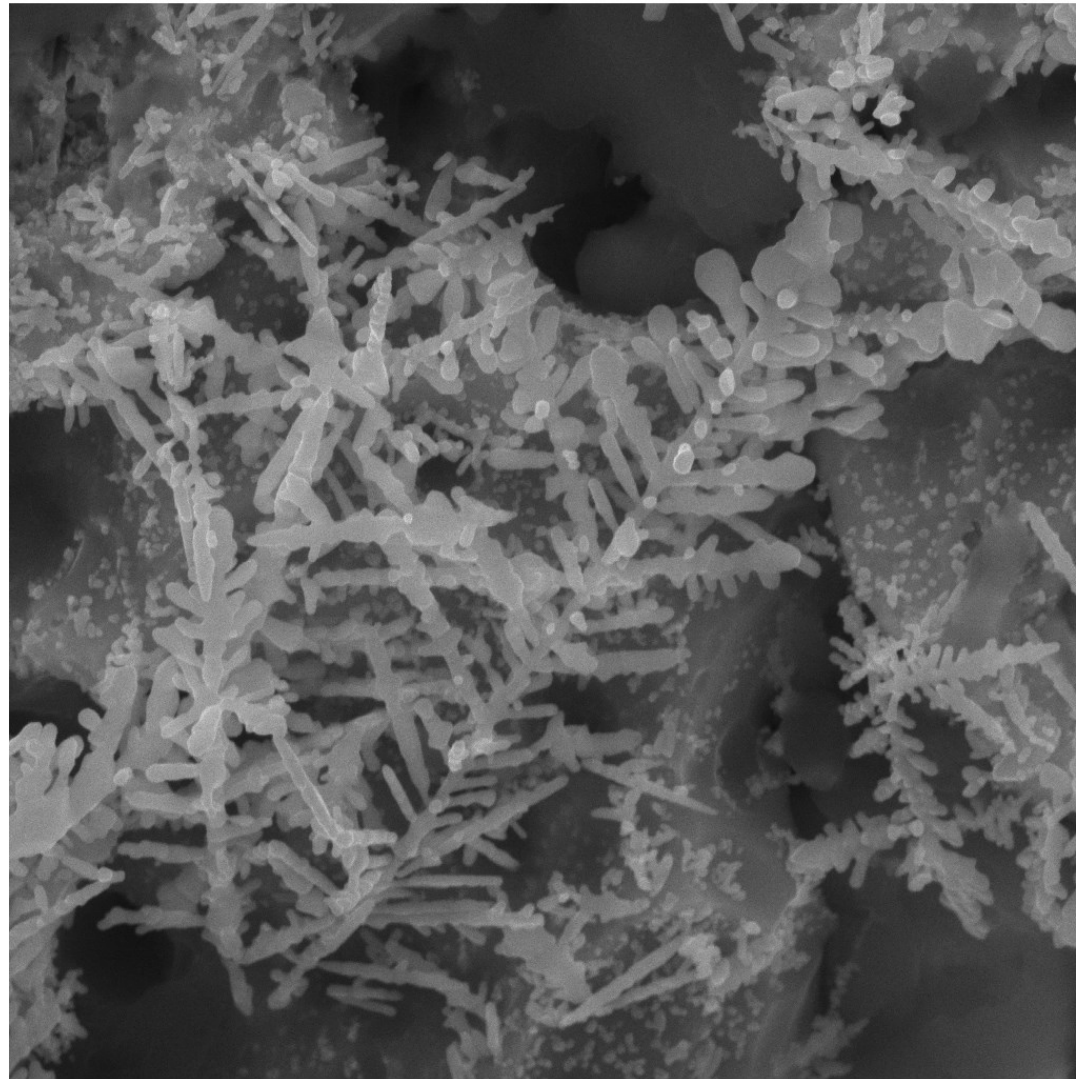
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



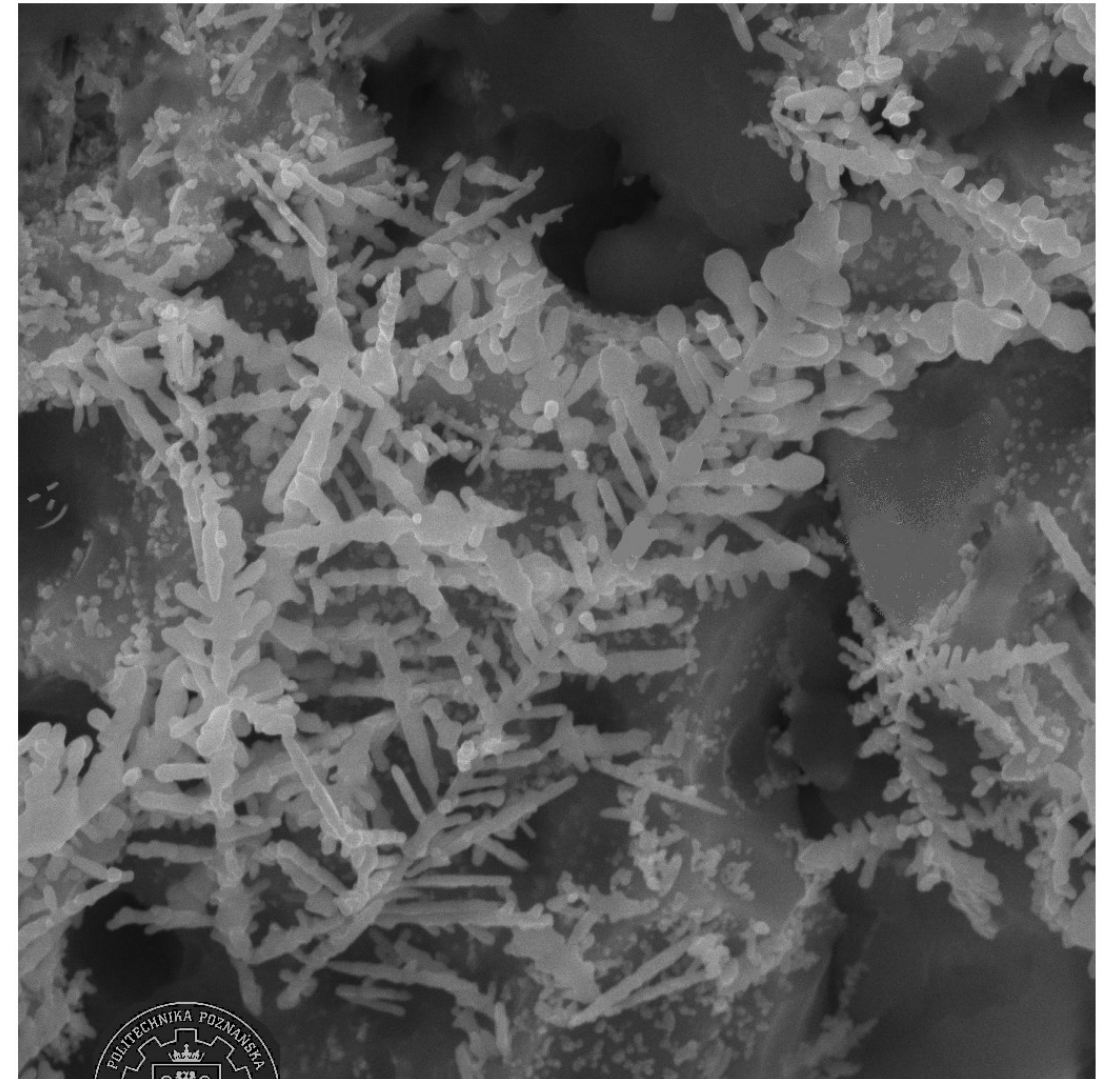
WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fol. Grzegorz Adamek



2 μm



2 μm

Obrazy SEM nanokryształów srebra osadzonych metodą elektrochemiczną na podłożu tytanowym. Srebro ze względu na swoje silne właściwości antybakteryjne, wykorzystywane jest w produkcji wyrobów narażonych na zanieczyszczenie drobnoustrojami np. mających kontakt z żywnością a także w wyrobach medycznych.



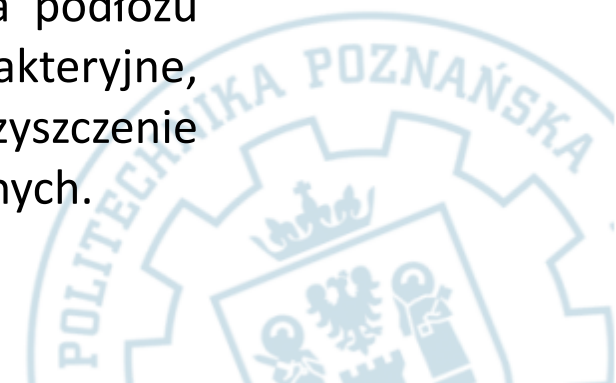
OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

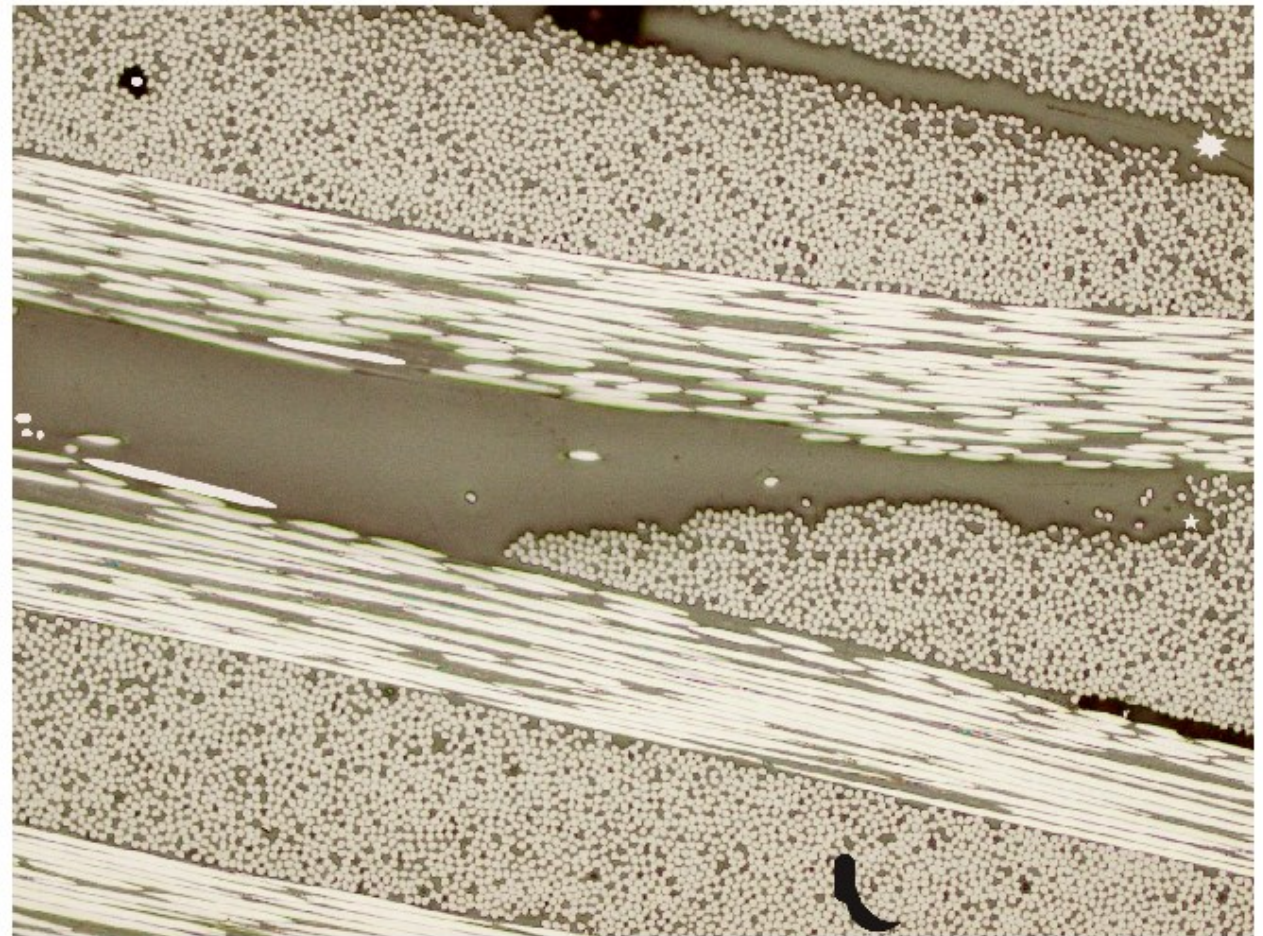
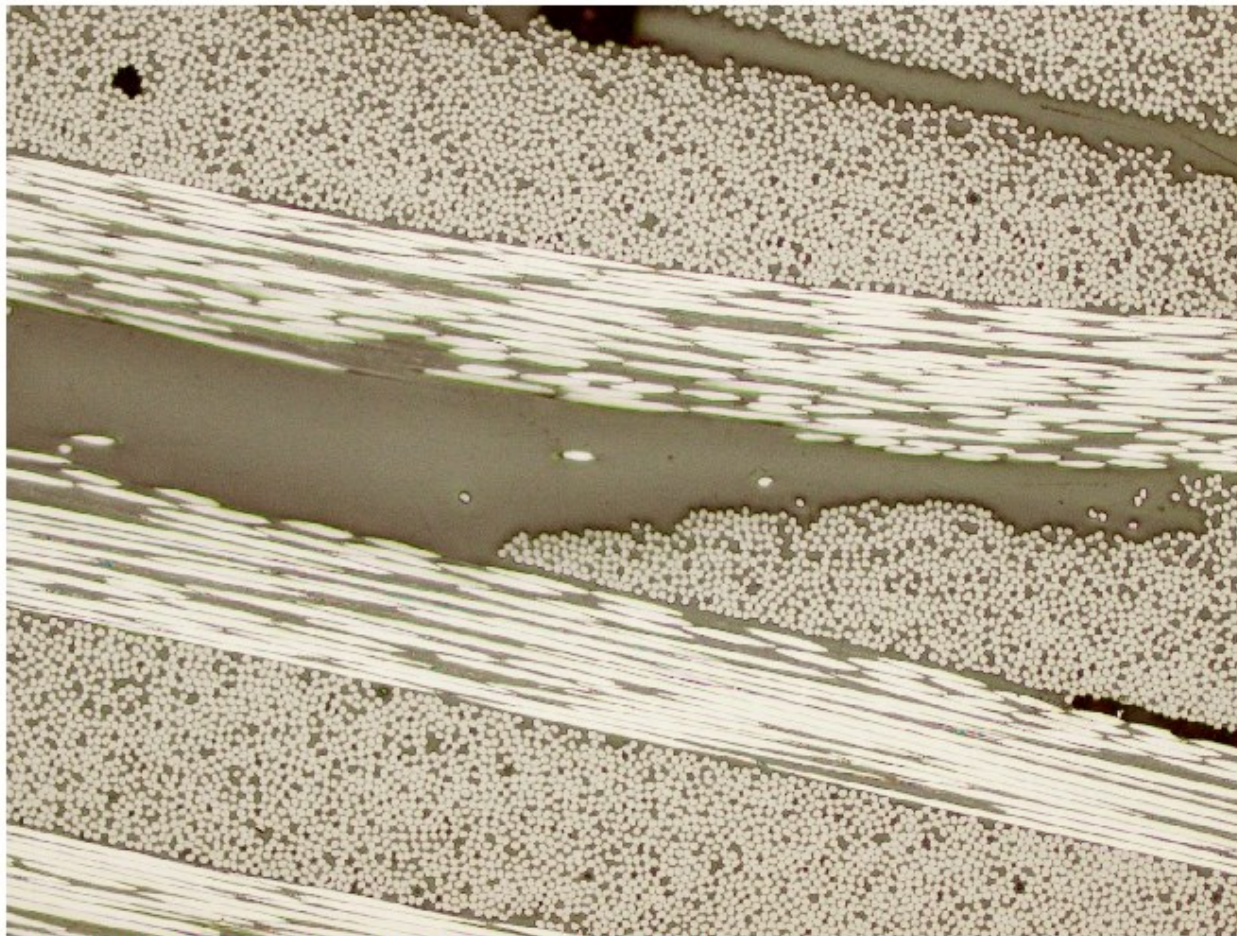
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ



Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fot. Izabela Szafraniak-Wiza, próbki: Jan Jakubowski

Kompozyty zbudowane są z co najmniej dwóch składników o całkowicie odmiennych właściwościach. Widoczny na zdjęciach kompozyt składa się z długich włókien (wzmacniają materiał) i otaczającej je żywicy. Aby zapewnić lepsze właściwości mechaniczne kompozytów, włókna umieszcza się w uporządkowanych warstwach. Zazwyczaj takie warstwy ułożone są prostopadle do siebie. Na zdjęciu można zaobserwować włókna ułożone prostopadle (niewielkie kółka) lub wzdłużnie (wydłużone elipsy) do przekroju.



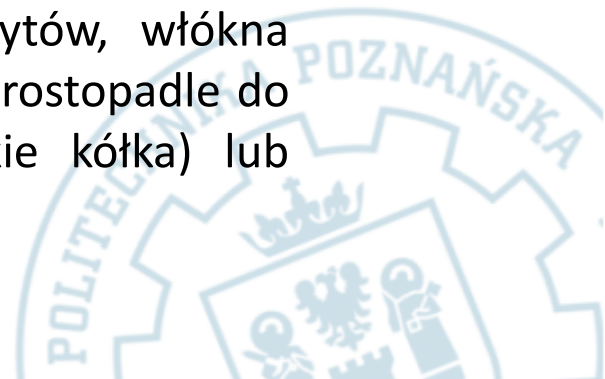
OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCZE

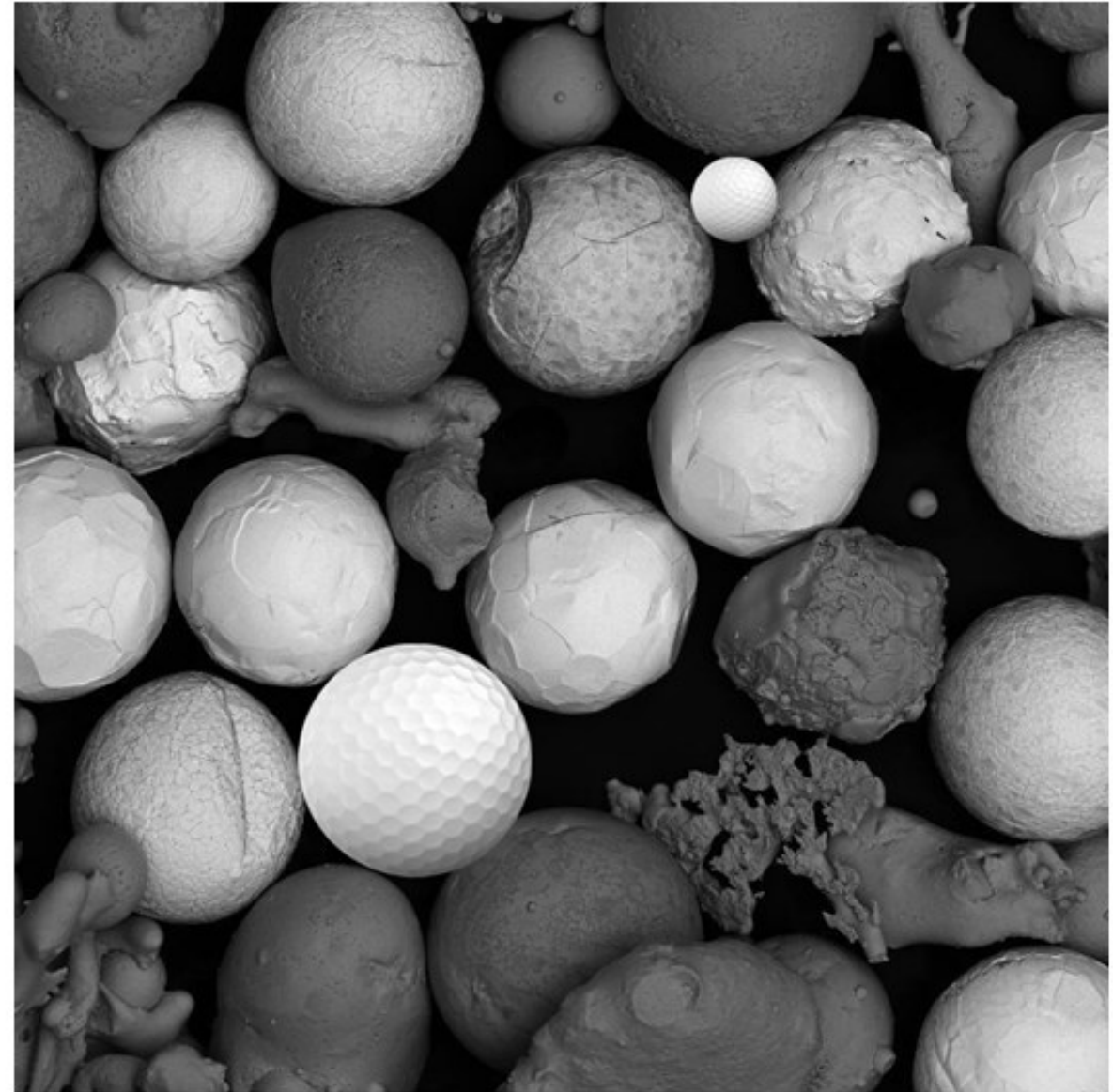
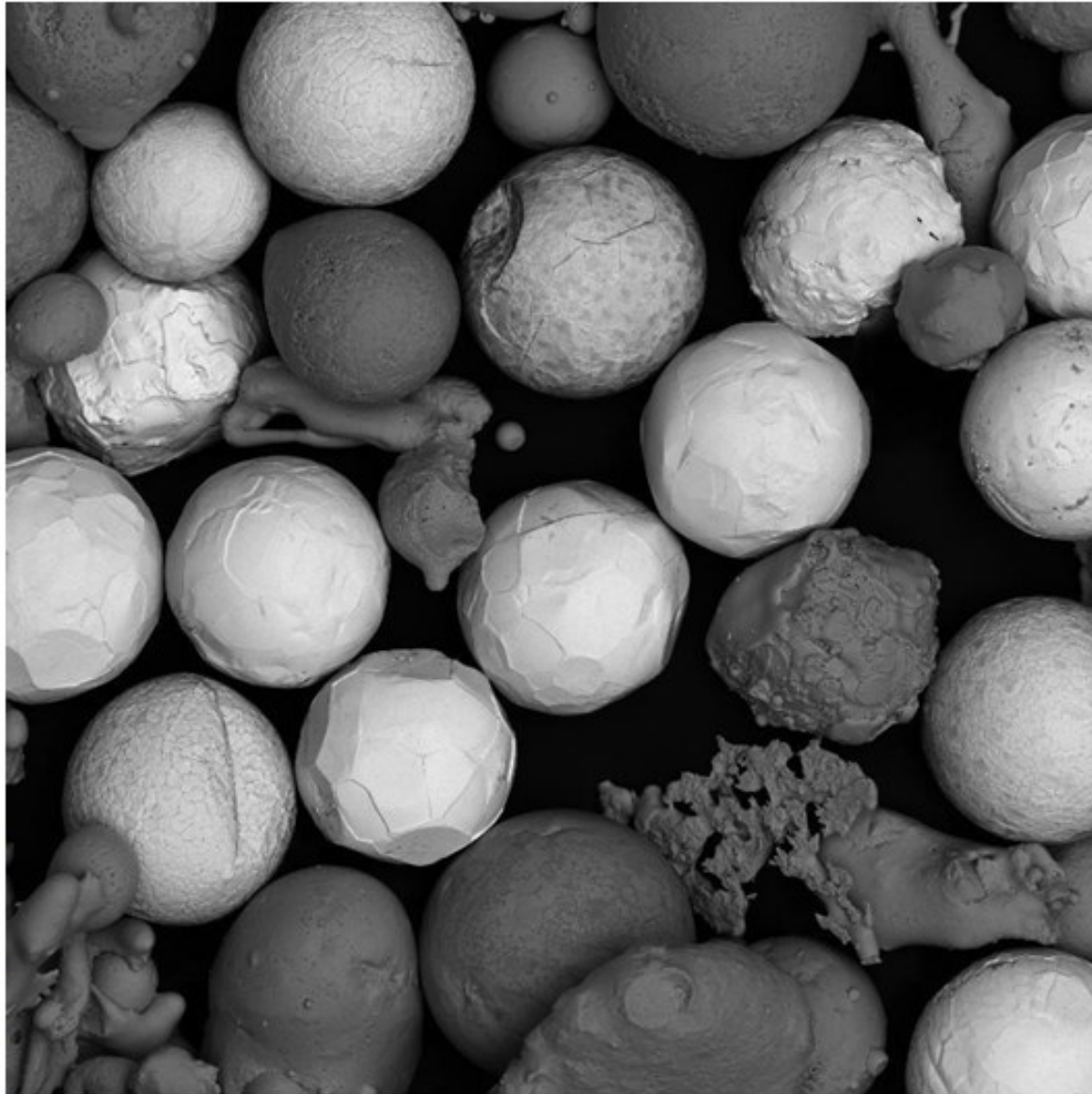


WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ



Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fot. Adam Piasecki



Napawanie i natryskiwanie cieplne to metody obróbki powierzchniowej zwiększające odporność na zużycie przez tarcie czy korozję. Stosowane proszki posiadają różne kształty. Na zdjęciach widoczne są jasne ziarna proszku węgla wolframu oraz ciemniejsze stopu niklu, chromu, krzemu i boru.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

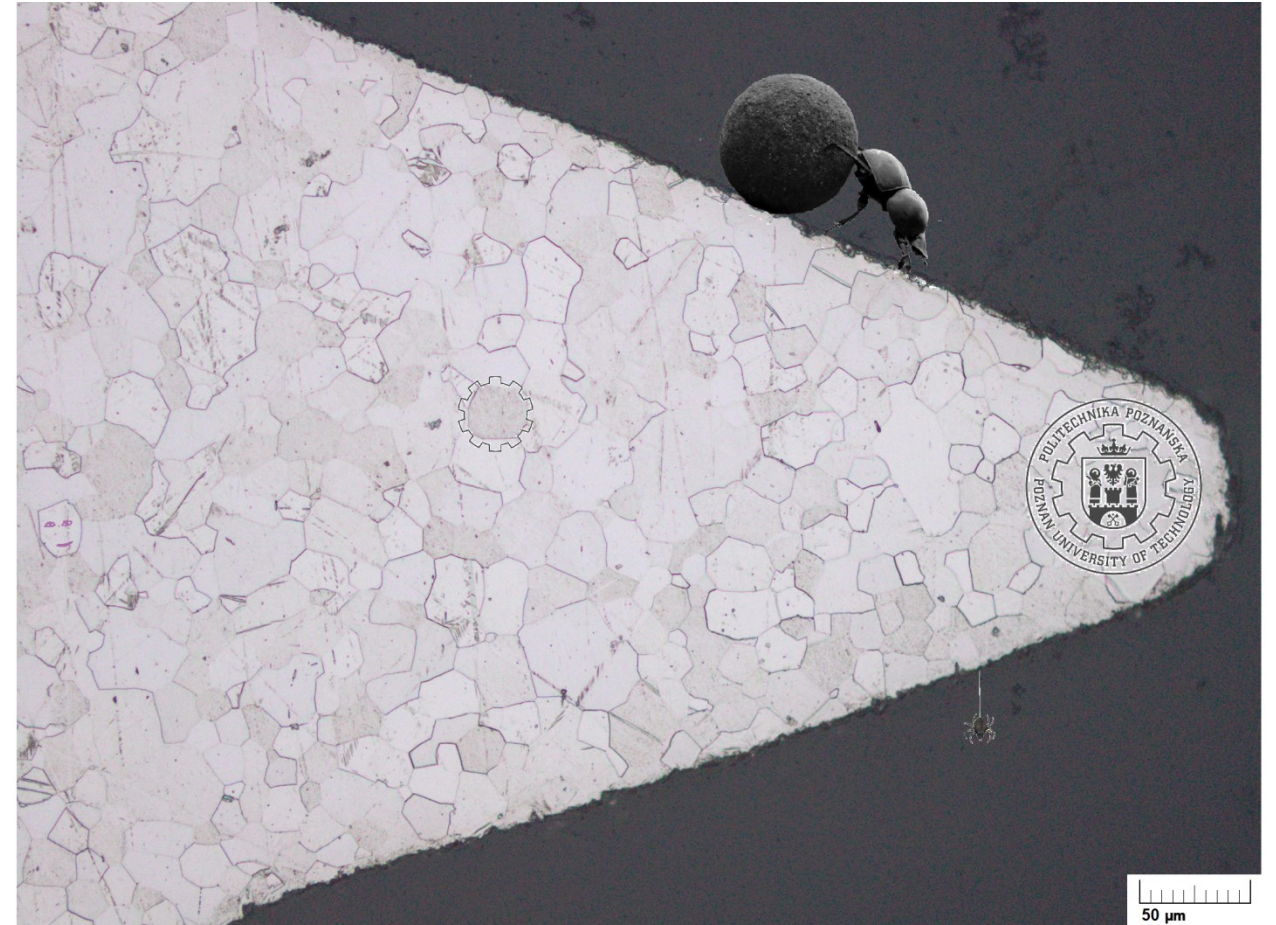
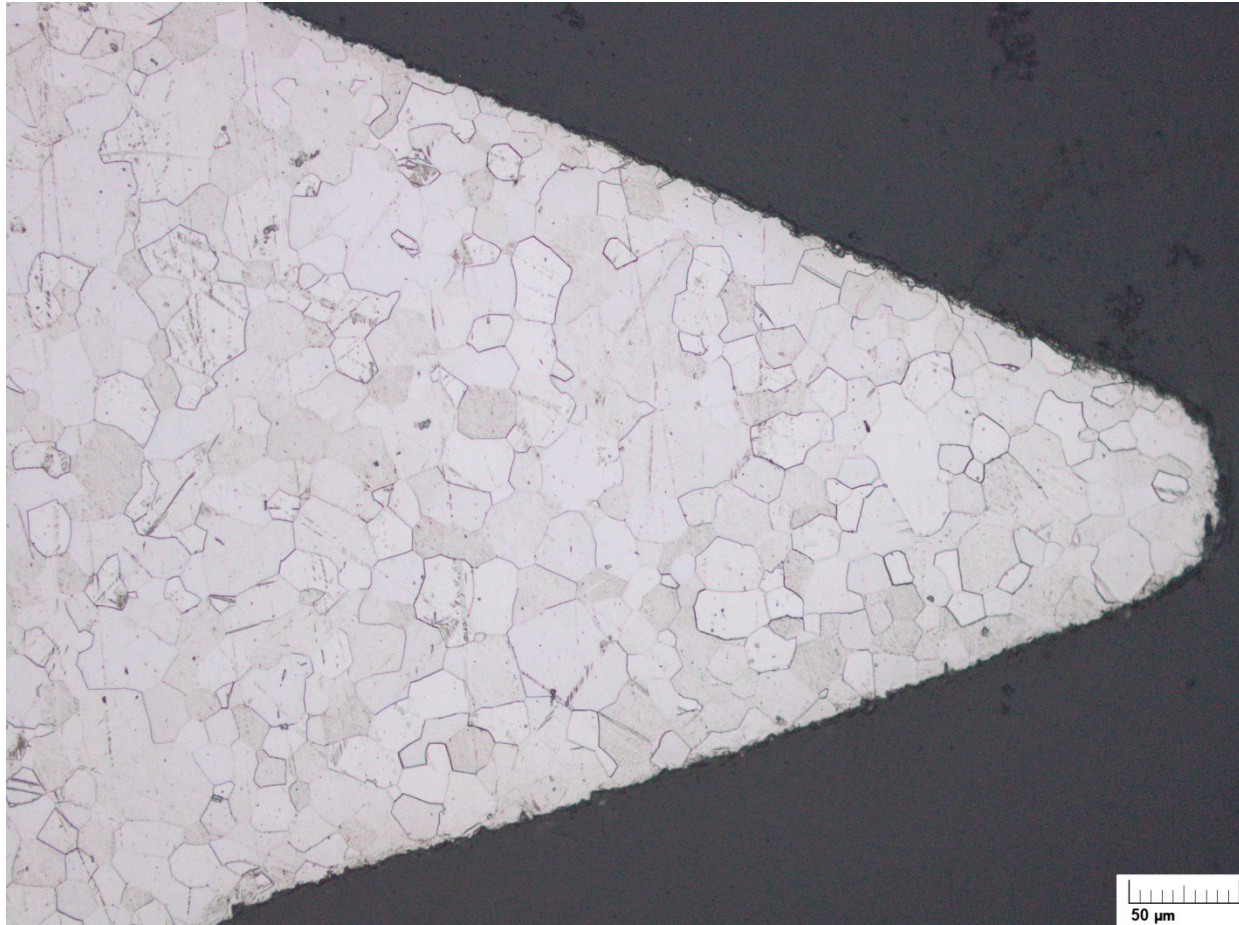
**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fot. Grzegorz Adamek

Zdjęcie z mikroskopu świetlnego przedstawiające mikrostrukturę tytanu. Jest to fragment implantu stomatologicznego. Tytan i jego stopy ze względu na bardzo dobrą biogodność i odporność na korozję zaliczane są do najlepszych biomateriałów metalicznych. Mikrostruktura tytanu pokazanego na zdjęciach składa się z równoosiowych ziaren – widocznych jako obszary o różnych odcieniach szarości. Pojedyncze ziarno jest obszarem, w którym atomy danego pierwiastka „poukładane” są w pewien określony i powtarzalny sposób.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCZE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fot. Adam Piasecki

Jeżeli myśleliście, że to drewno, panele podłogowe czy płytki ceramiczne to niestety jesteście w błędzie. Jest to mikrostruktura stalowego drutu sprężynowego patentowanego składająca się z bardzo drobnego odkształconego perlitu. Taki drut znajdziecie m.in. w sofie lub fotelu w postaci sprężyny falistej. Czy nie wygląda pięknie?



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

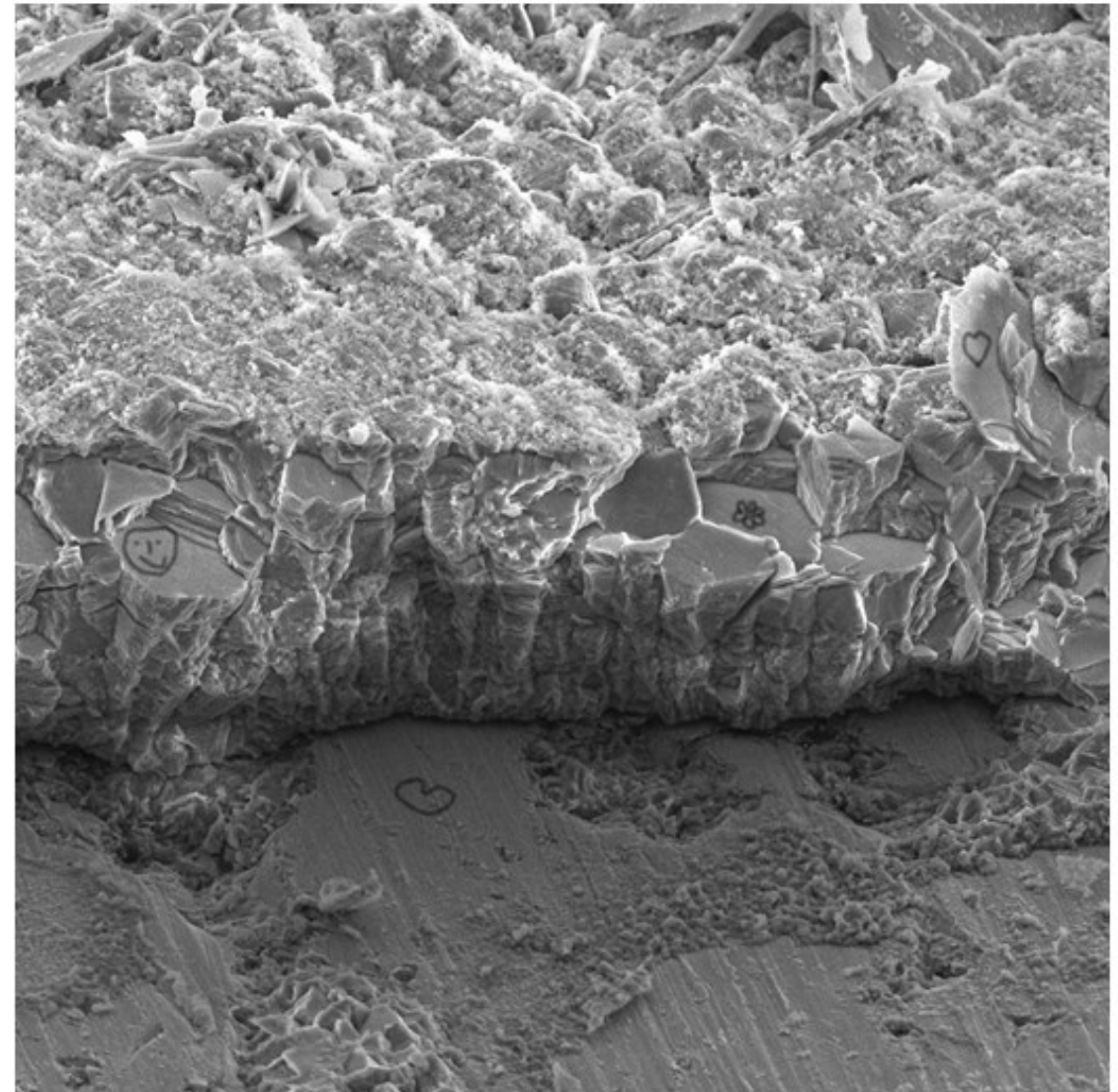
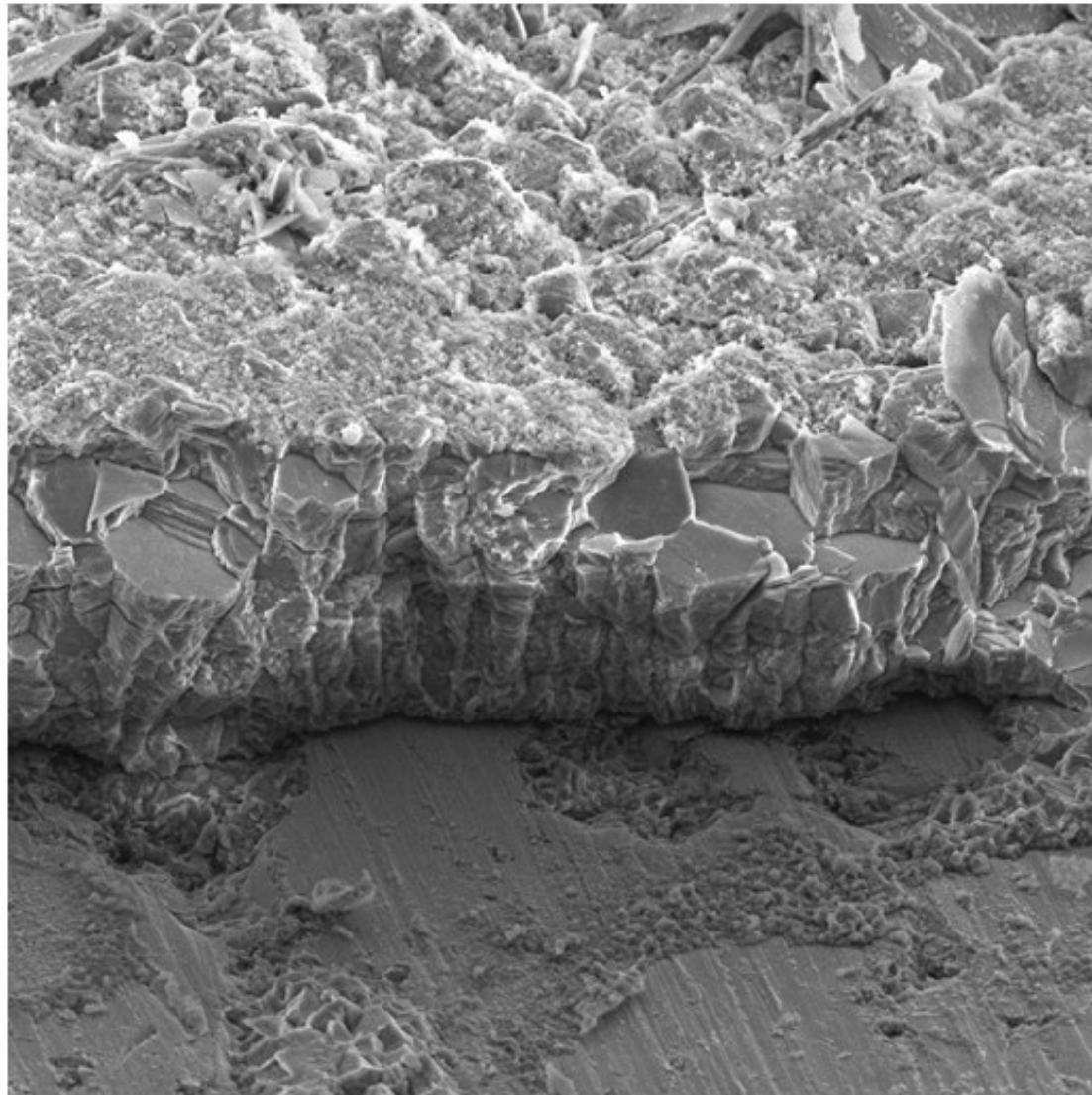
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fot. Andrzej Miklaszewski



Widok warstwy hydroksypatytowej otrzymywanej metodą elektrochemiczną na podłożu stopu tytanu Ti-23Zr-25Nb. Stopy tytanu o strukturze β znalazły szerokie zastosowanie w materiałach przeznaczonych na implanty tkanki twardej, dodatkowa modyfikacja warstwą apatytową ma wpływać na poprawę osteointegracji.- zrośnięcia się implantu z tkanką.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



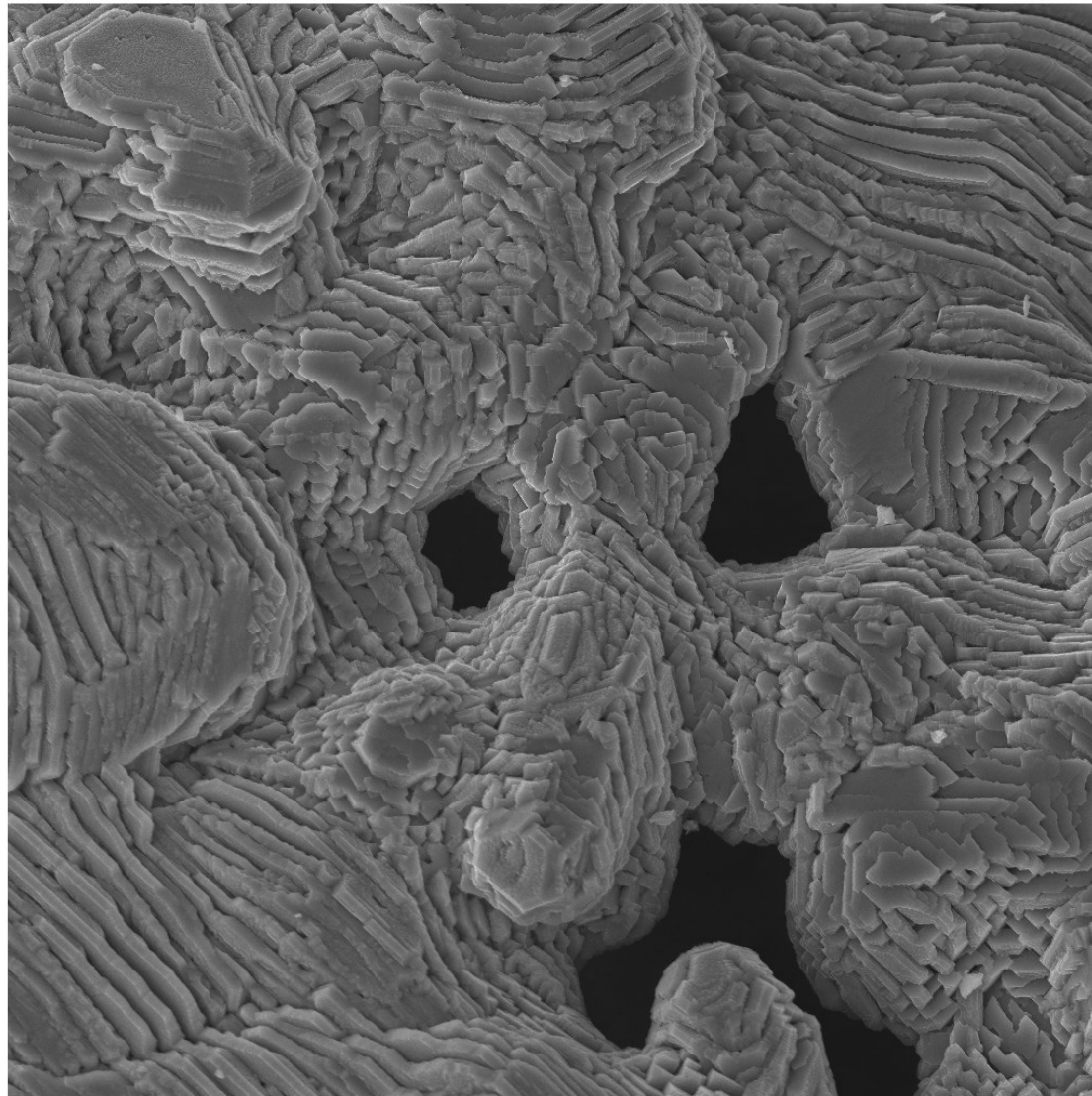
fot. Grzegorz Adamek

Zdjęcie z mikroskopu świetlnego przedstawiające mikrostrukturę mosiądzu. Jest to fragment połączenia gwintowanego szybkozłącza do instalacji wodnej. Mosiądze są to stopy miedzi z cynkiem. Ze względu na dobrą odporność korozyjną w wodzie, z mosiądzów wytwarza się części armatury a także części odporne na wodę morską np. śruby okrętowe. Mikrostruktura mosiądzu pokazanego na zdjęciach składa się równoosiowych ziaren reprezentujących dwie fazy widoczne jako obszary o różnych odcieniach koloru pomarańczowego. Pojedyncze ziarno jest obszarem, w którym atomy danego pierwiastka „poukładane” są w pewien określony i powtarzalny sposób. Ziarna jasne należą tzw. fazy α a ciemne do fazy β' .

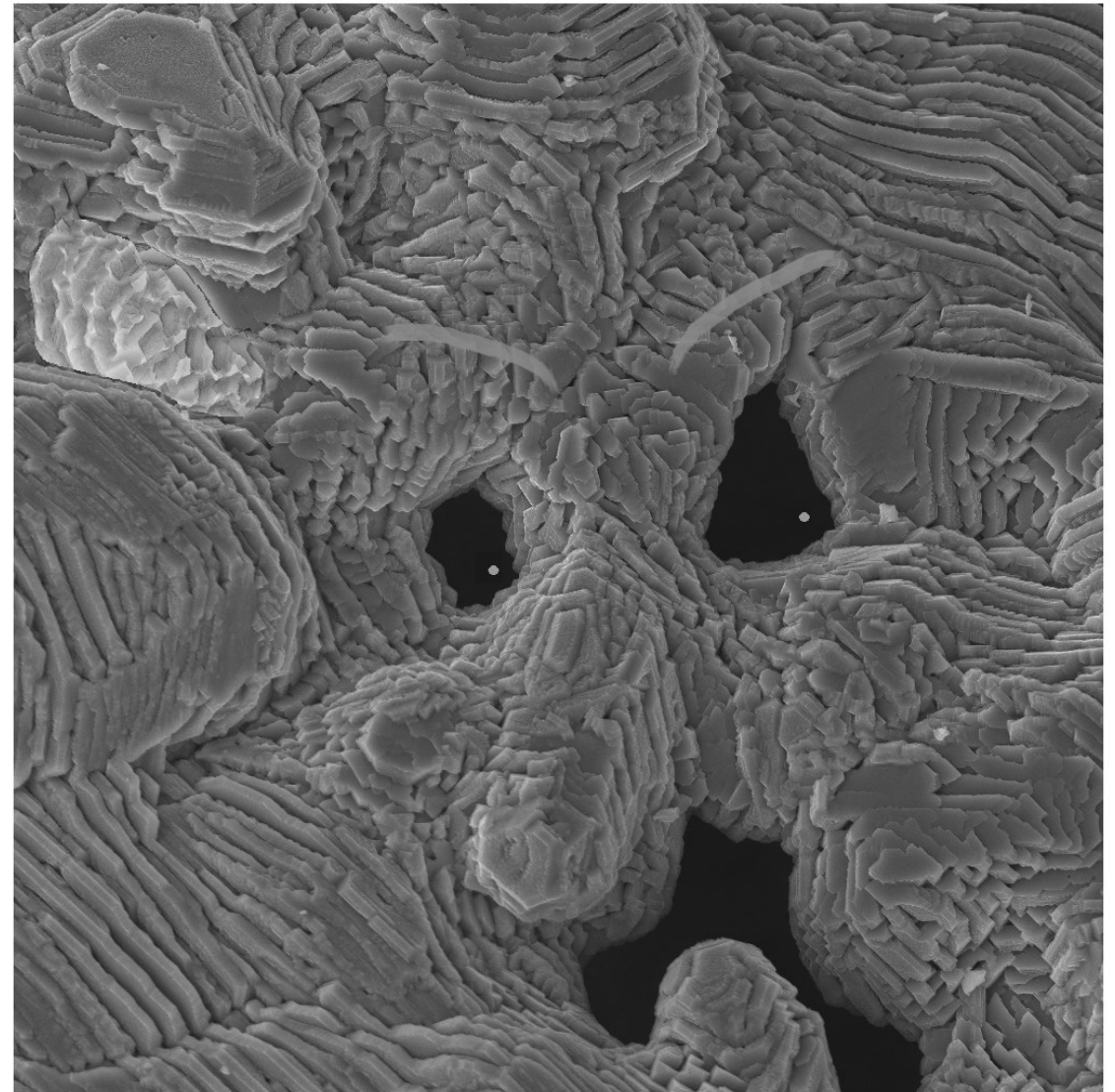


Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fol. Grzegorz Adamek



10 μm



10 μm

Obrazy SEM przedstawiające powierzchnię tytanu po utlenianiu wysokotemperaturowym. Na powierzchni powstał tlenek tytanu o strukturze rutylu i rozwiniętej morfologii. Warstwa tlenków na powierzchni materiałów metalowych może skutkować poprawą ich odporności na korozję.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE

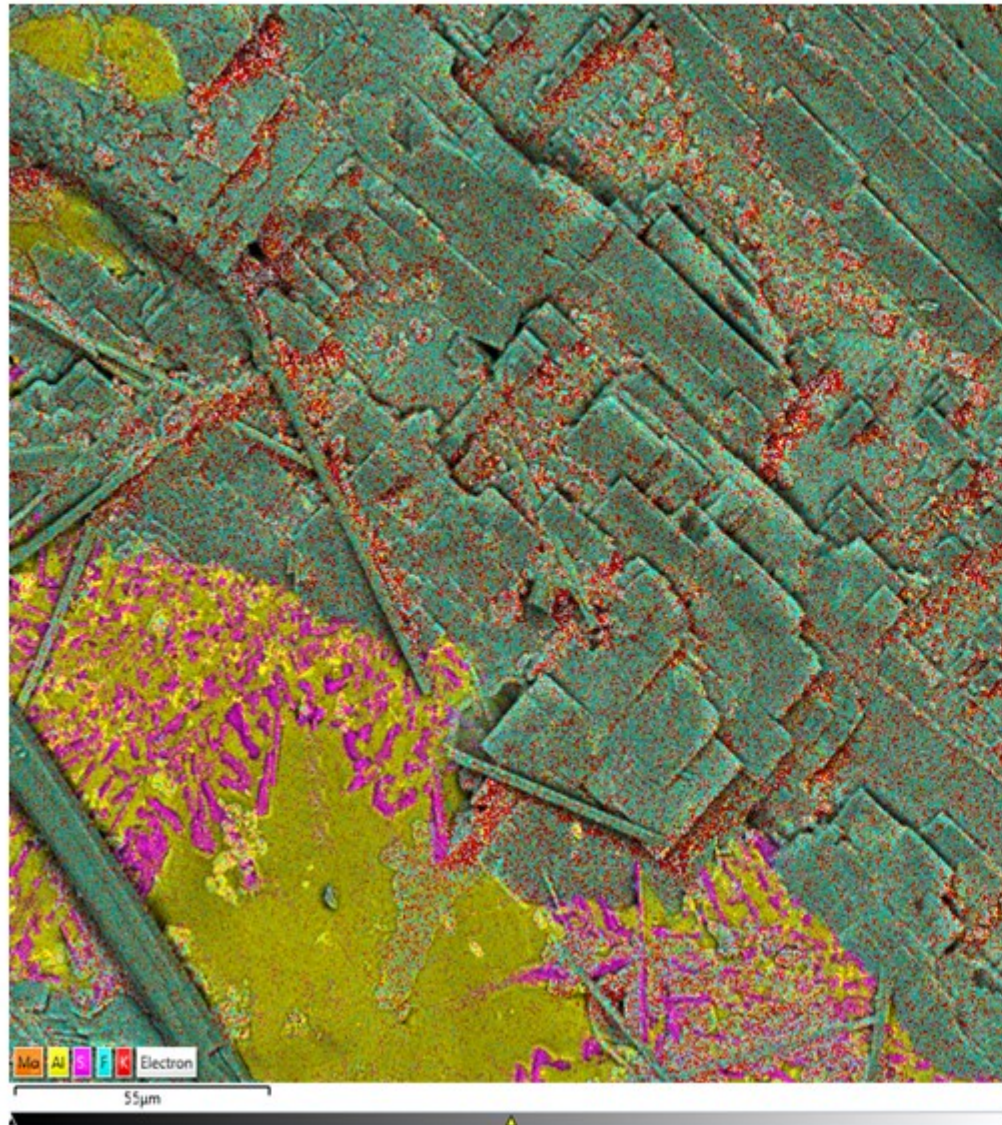


WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ



Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fol. Adam Piasecki



Obrazy przedstawiają powierzchnię wewnętrzną chłodnicy samochodowej. Aby zbadać skład chemiczny powierzchni badanych materiałów, można wykonać mapy rozkładu stężeń pierwiastków, korzystając ze spektroskopii rentgenowskiej z dyspersją energii (ang. Energy Dispersive X-ray Spectroscopy). W tej metodzie wykorzystuje się charakterystyczne promieniowanie rentgenowskie emitowane z próbki pod wpływem bombardowania wysokoenergetyczną wiązką elektronów.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

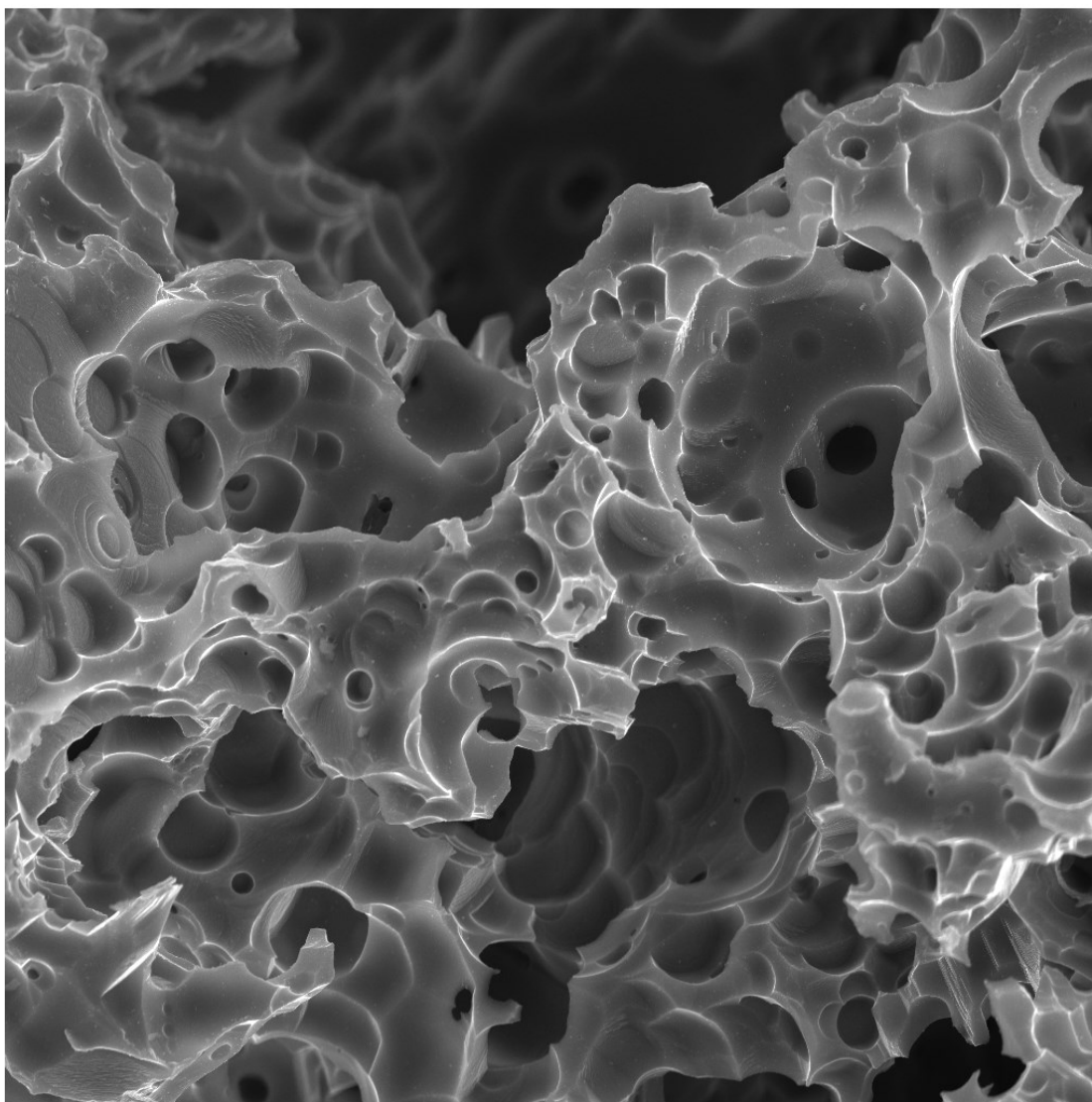
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOWYCH



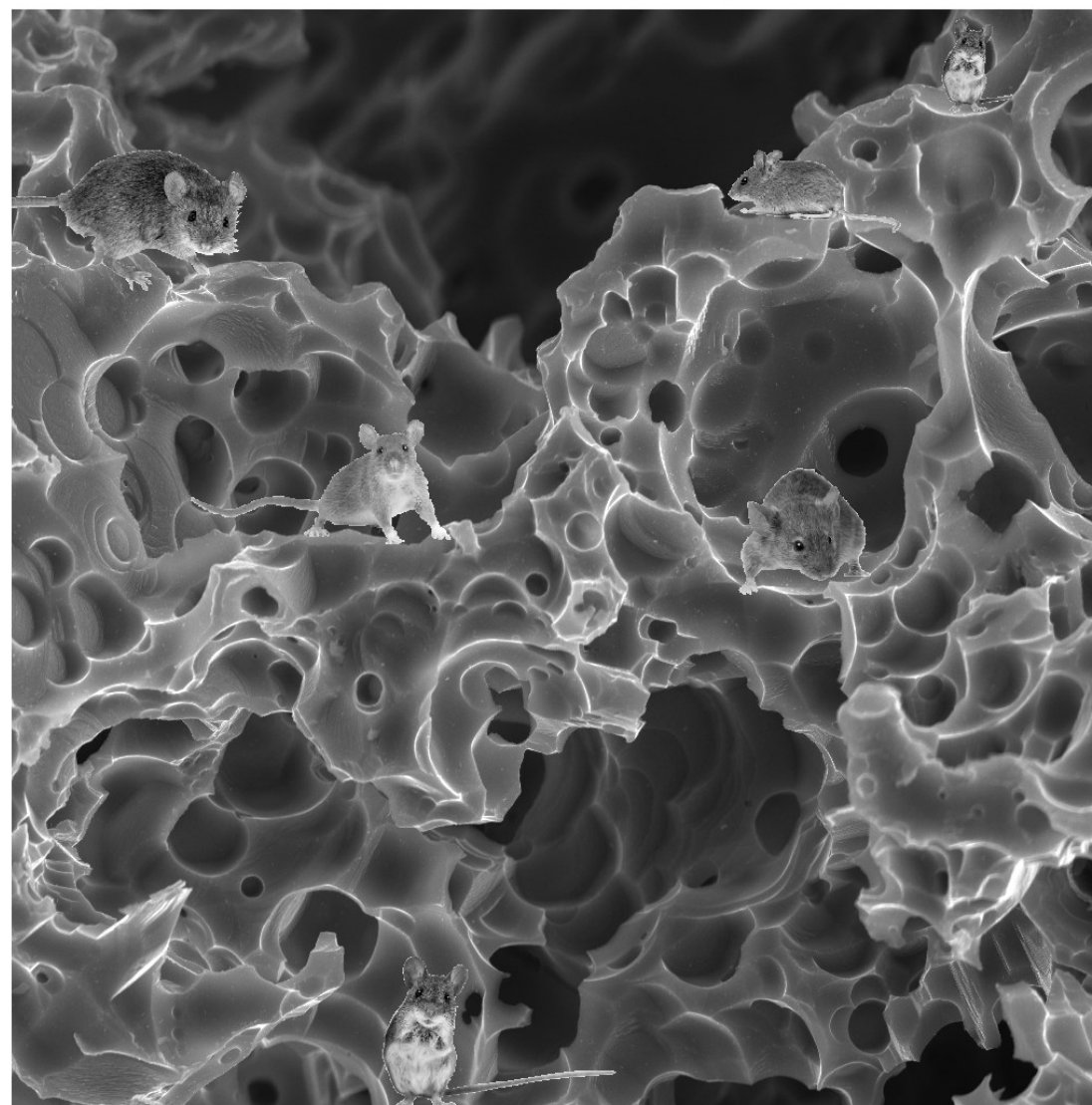
WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

foto. Grzegorz Adamek



10 μm



10 μm

Pianka metaliczna ze stopu tytanu wykonana w technologii odstopowania magnezu i obróbki elektrochemicznej. Pianki metaliczne to materiały o stosunkowo dużej porowatości (50-90%). Taka postać materiału skutecznie obniża jego sztywność a więc wyrób staje się bardziej sprężysty. Pianka metaliczna może również działać jak rusztowanie dla tkanki kostnej. Takie unikalne połączenie właściwości pozwala stosować pianki metaliczne jako materiały na implanty tkanek twardych.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

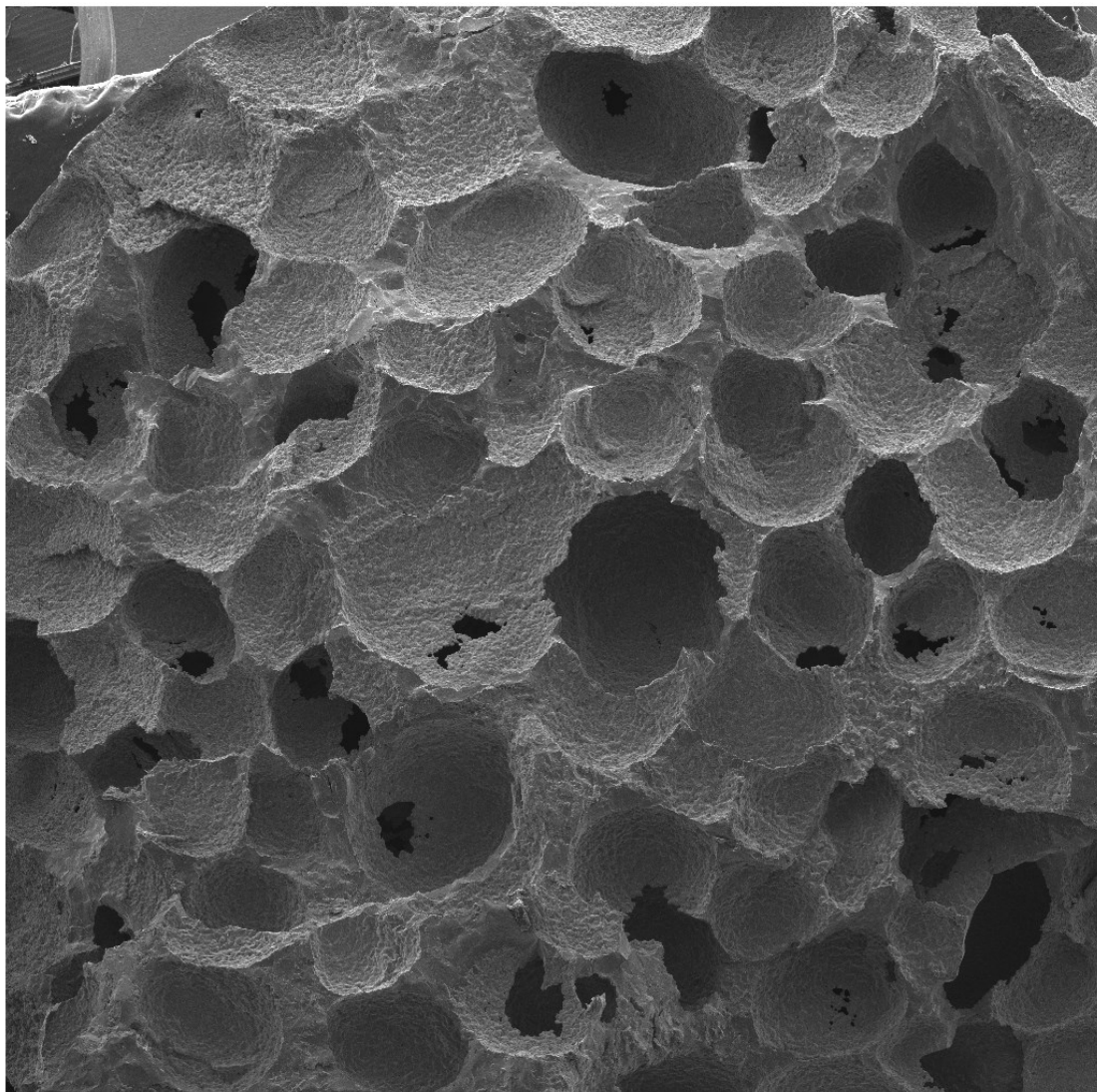
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOWYCH



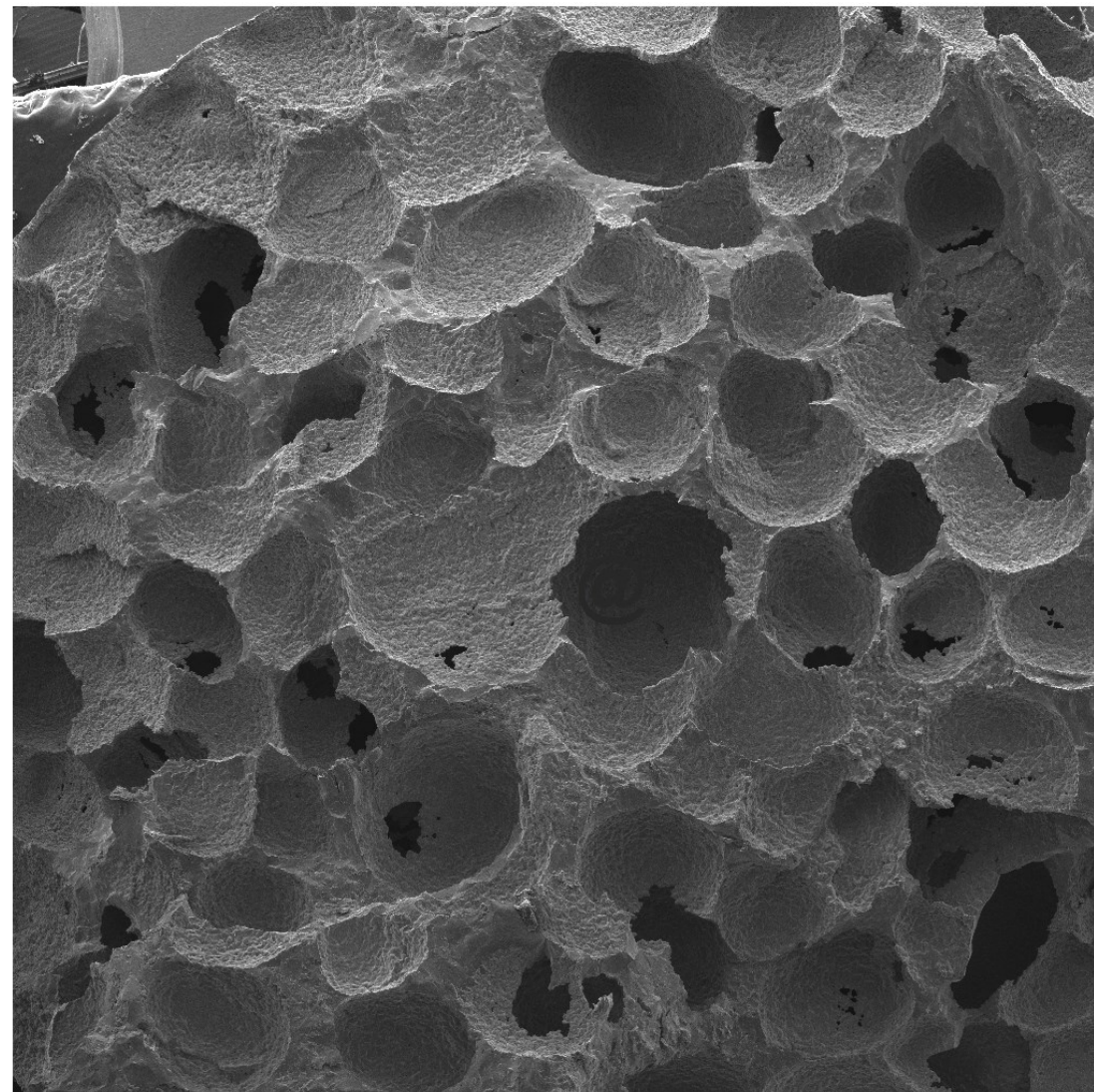
WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fot. Grzegorz Adamek



2 mm



20 mm

Pianka metaliczna z tytanu wykonana z użyciem cukru (sacharozy) jako poroforu (substancji tworzącej pory). Pianki metaliczne to materiały o stosunkowo dużej porowatości (50-90%). Taka postać materiału skutecznie obniża jego sztywność a więc wyrób staje się bardziej sprężysty. Pianka metaliczna może również działać jak rusztowanie dla tkanki kostnej. Takie unikalne połączenie właściwości pozwala stosować pianki metaliczne jako materiały na implanty tkanek twardych.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

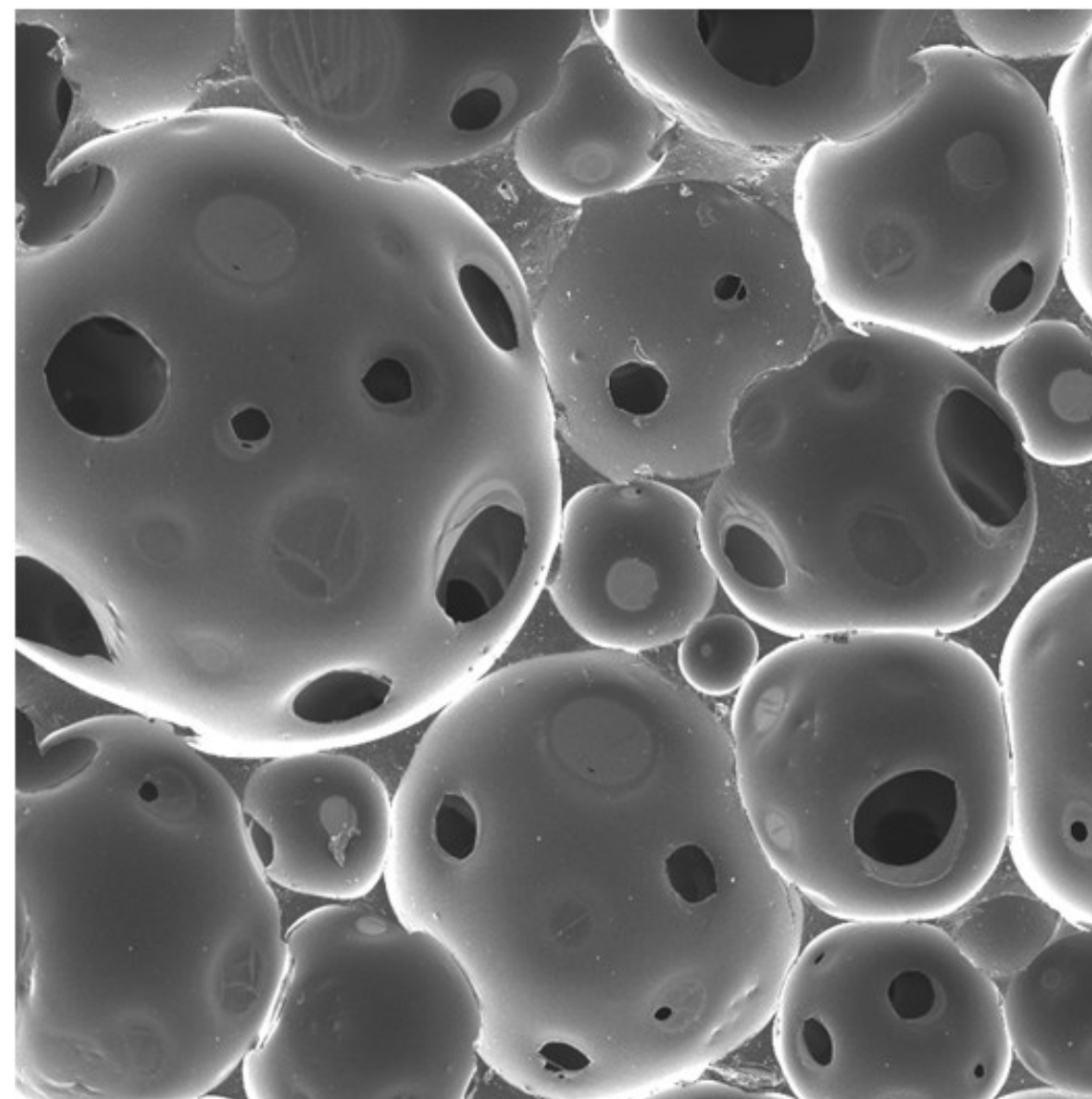
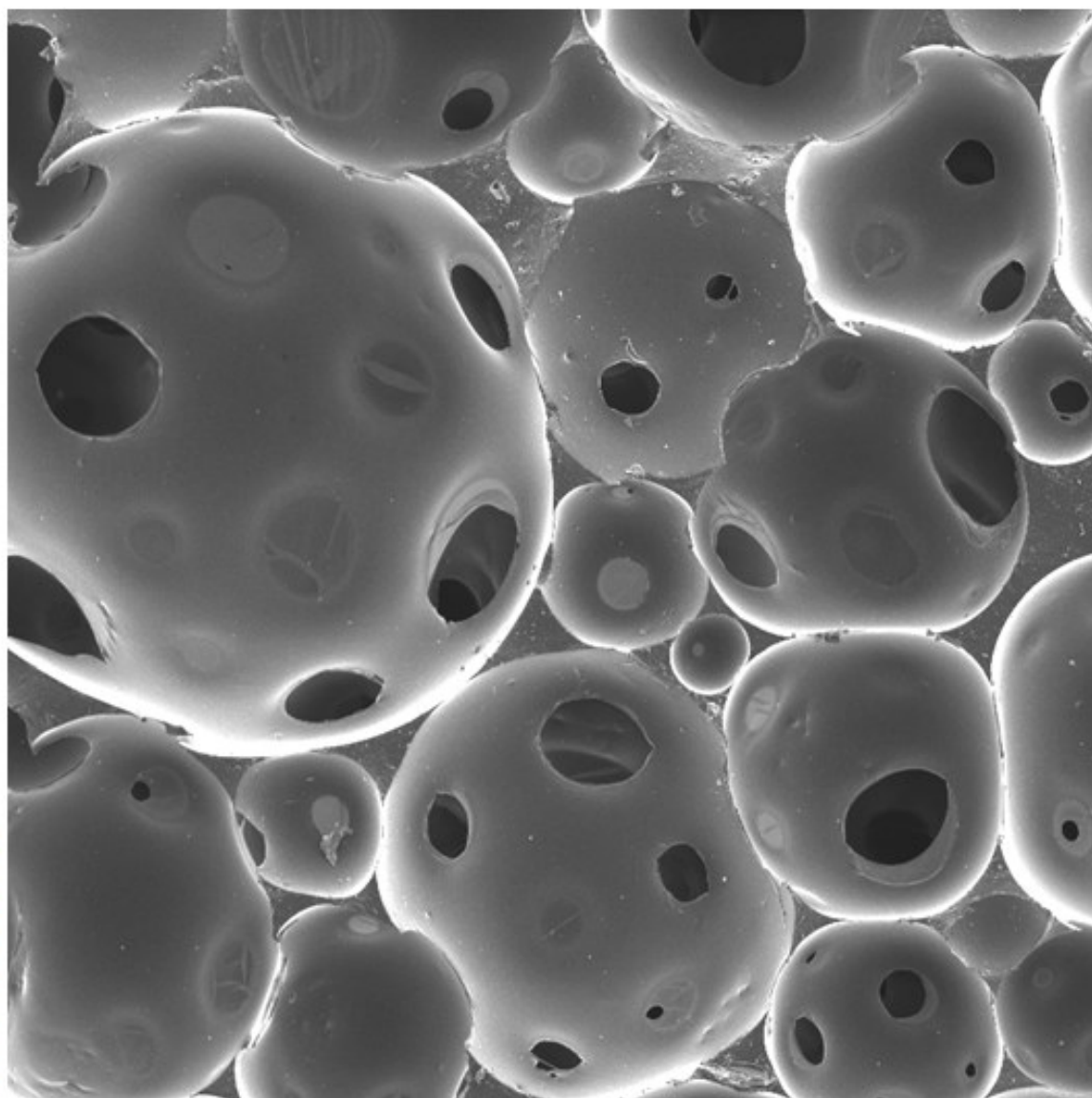
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fot. Adam Piasecki



Czy zastanawiałeś się kiedyś jak wygląda pod mikroskopem „gąbka” materaca na którym codziennie wyczywasz lub śpisz?



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

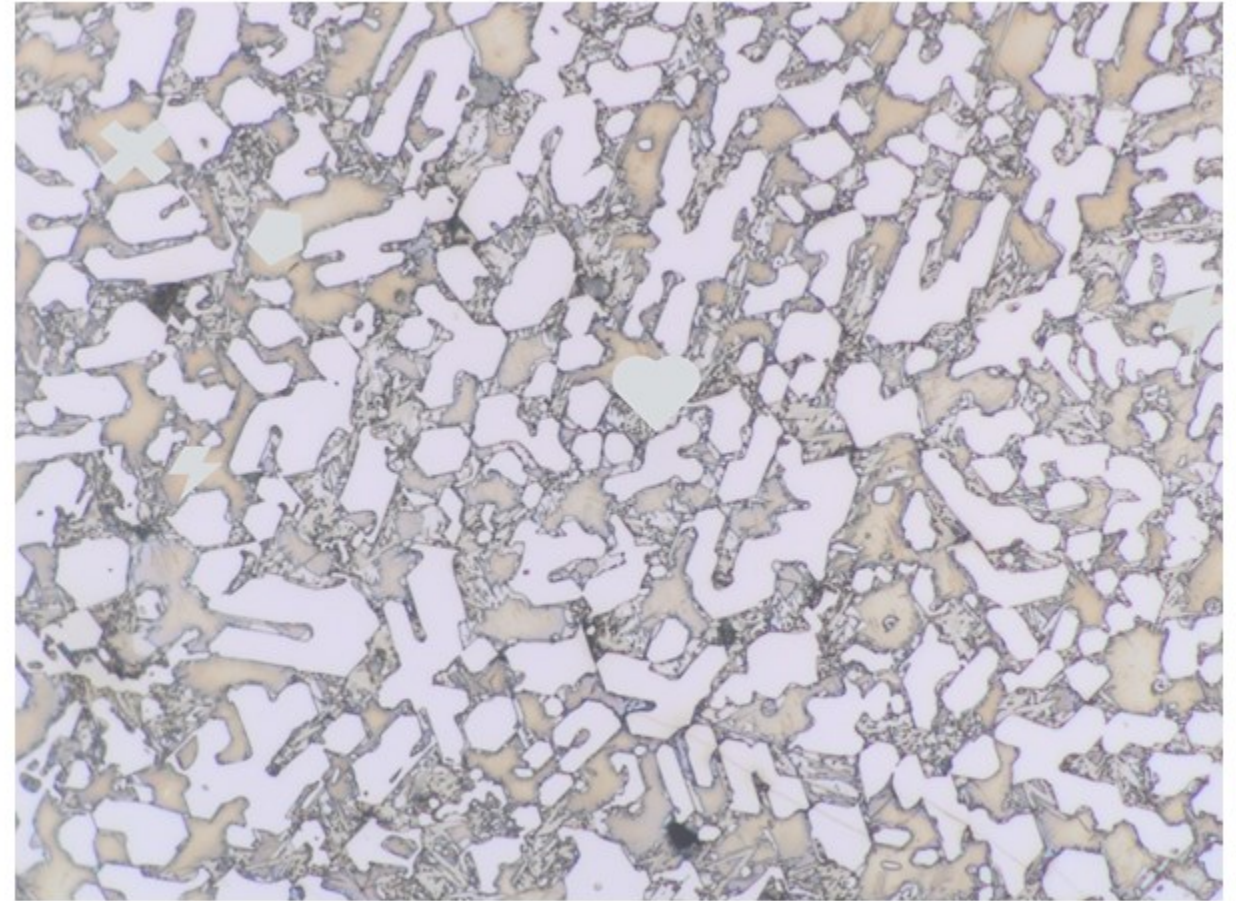
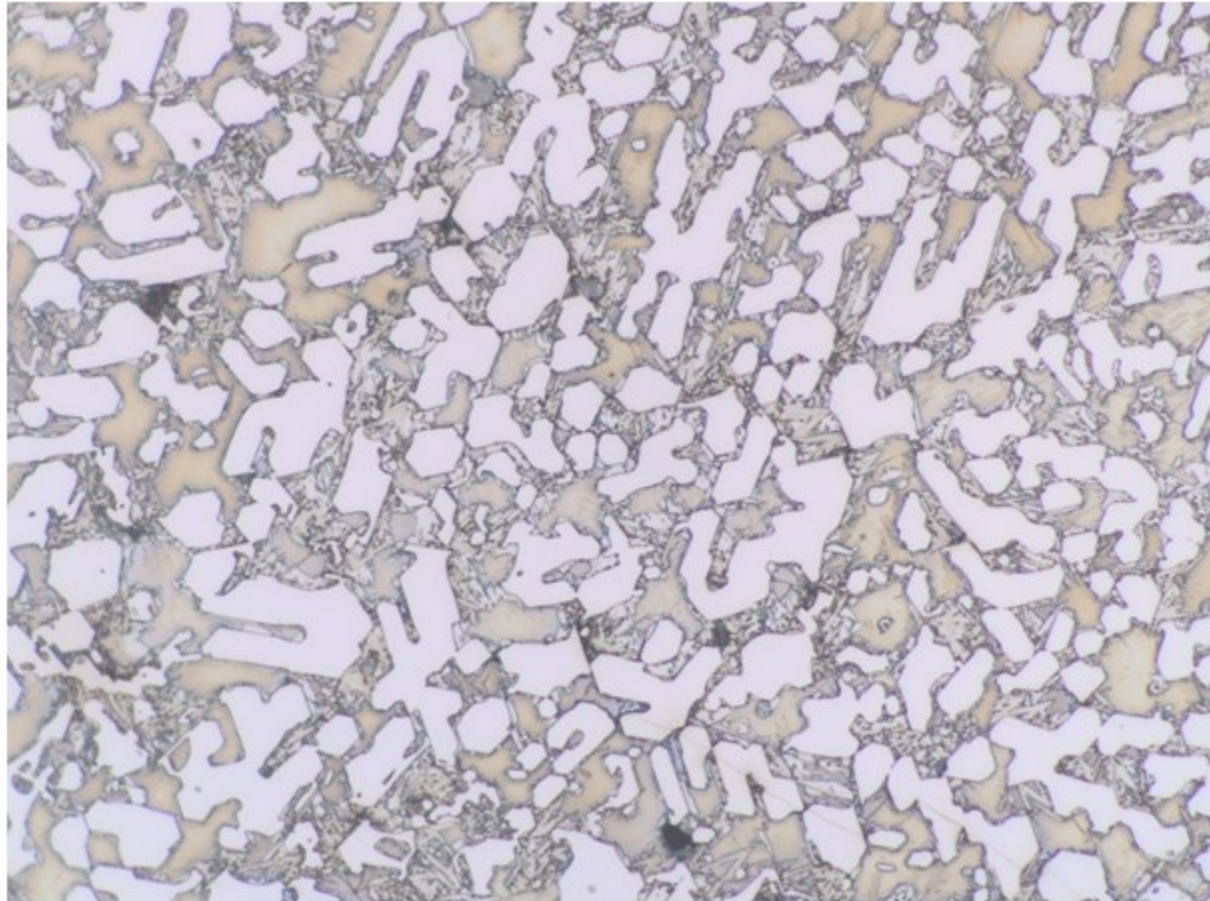
**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fot. Izabela Szafraniak-Wiza, próbki: Jan Jakubowski

Mikrostruktura stali po procesie laserowego przetapiania / stopowania warstwy wierzchniej. Stale modyfikowane w ten sposób posiadają ulepszone właściwości w strefie przypowierzchniowej. Poprzez zmianę mikrostruktury możemy poprawiać twardość lub odporność na korozję.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

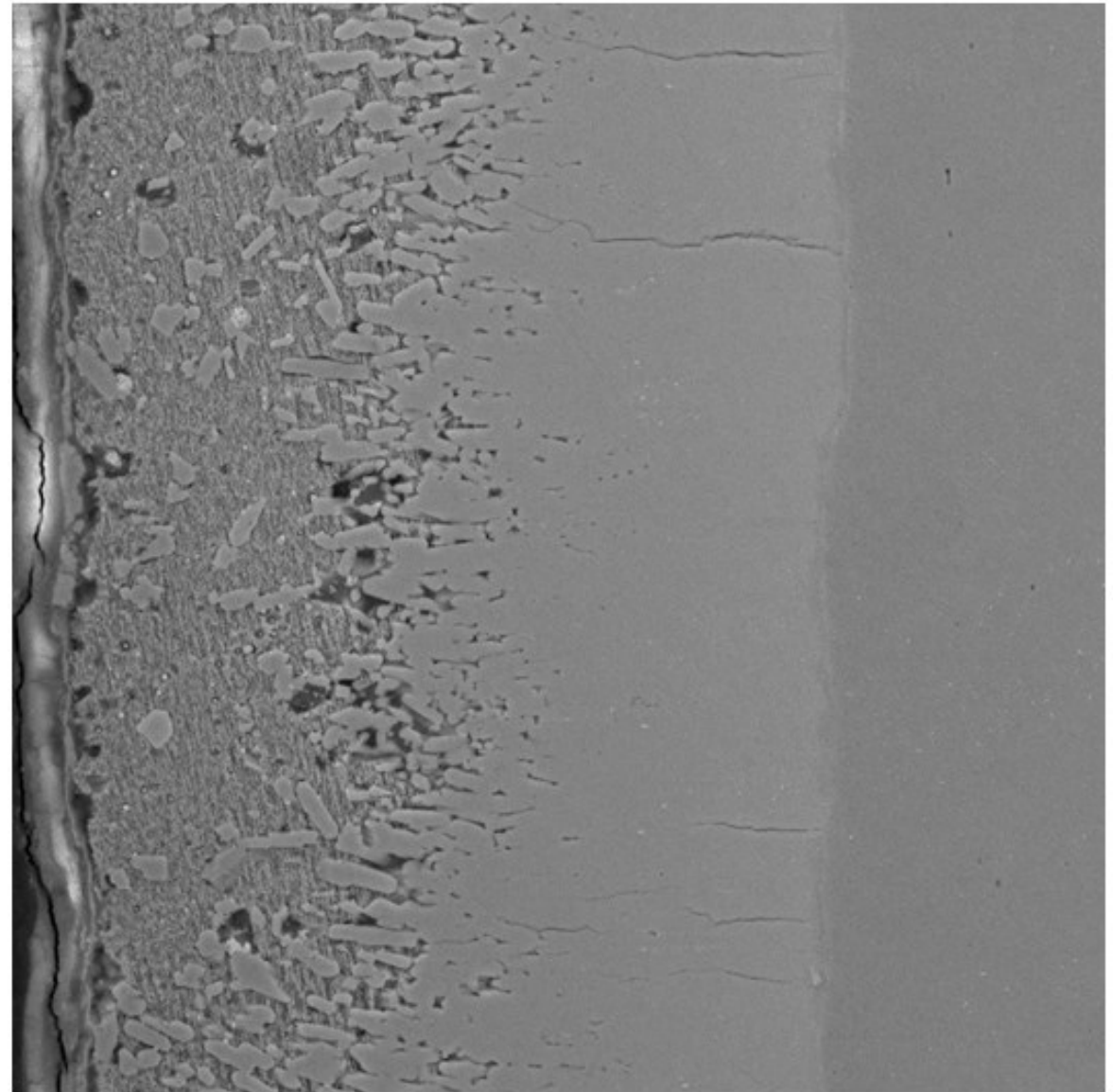
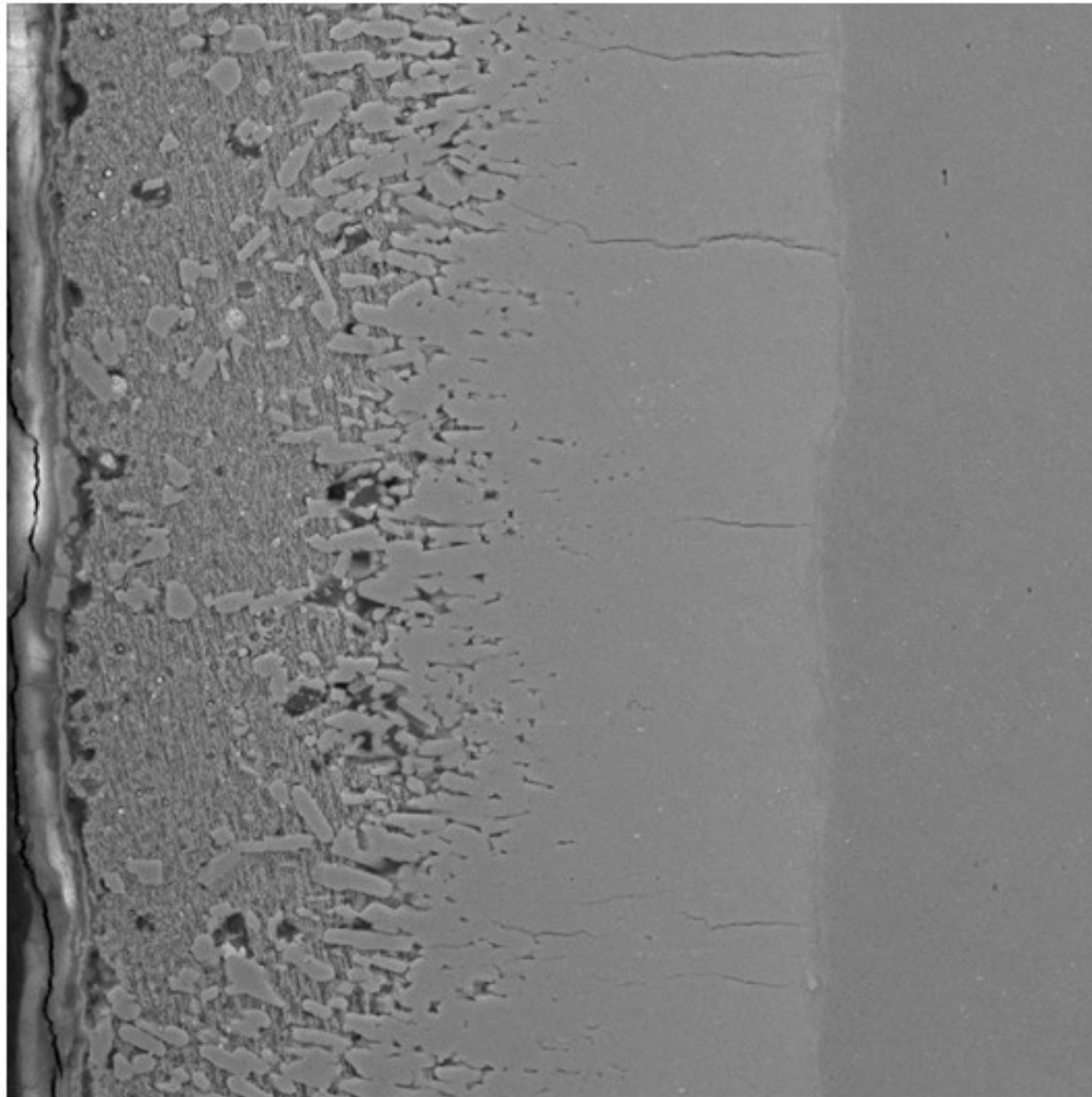
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ



Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fot. Adam Piasecki

Cynkowanie ogniowe jest jedną z najbardziej popularnych metod obróbki powierzchniowej zwiększającej odporność korozyjną i stosowane jest m.in. w przypadku karoserii samochodowych, słupów oświetleniowych czy siatek ogrodzeniowych. Bardzo często na powierzchniach cynkowanych ogniowo widoczny jest charakterystyczny kwiat cynku. Spróbuj go znaleźć w drodze na Uczelnię ☺.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

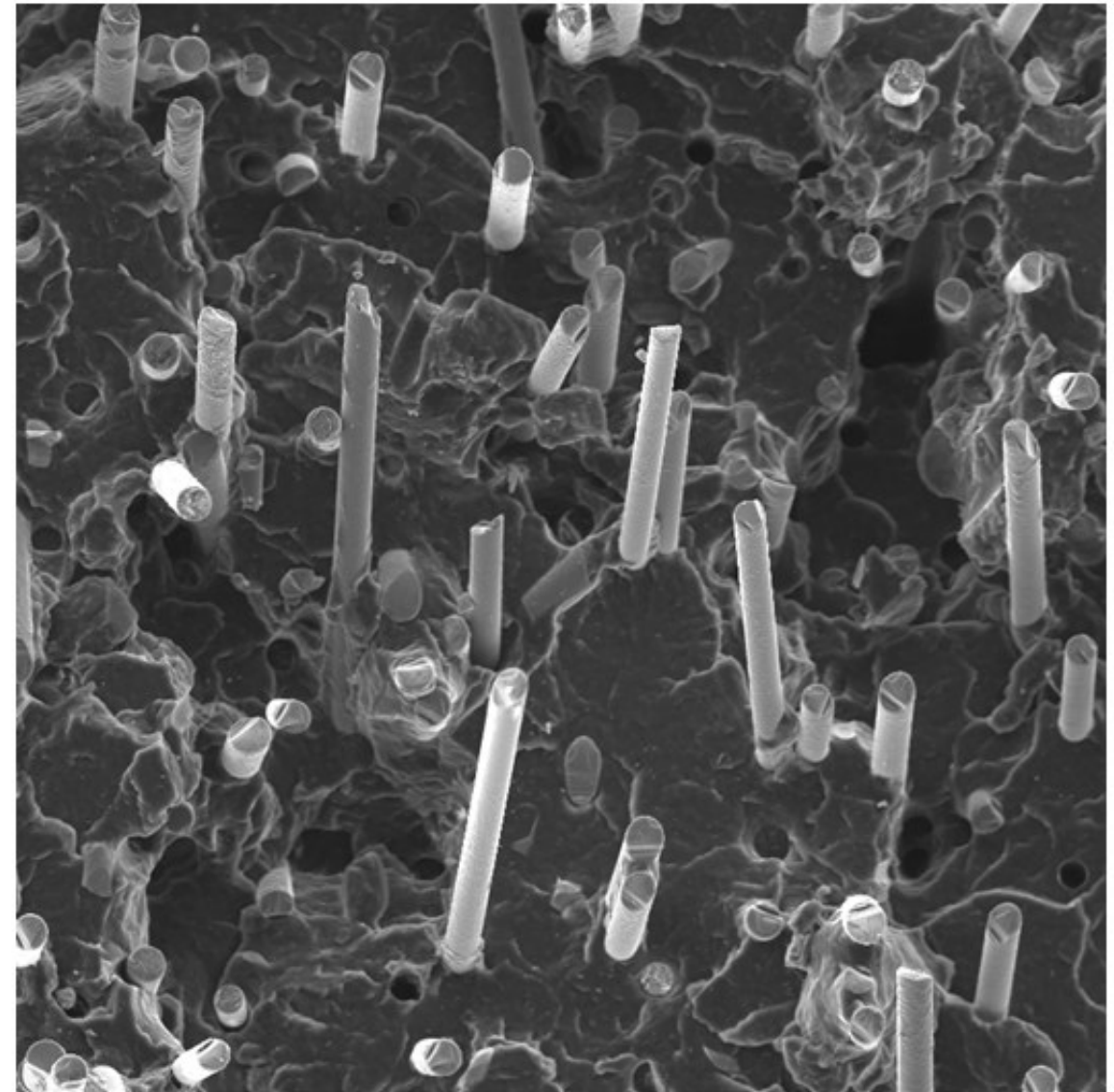
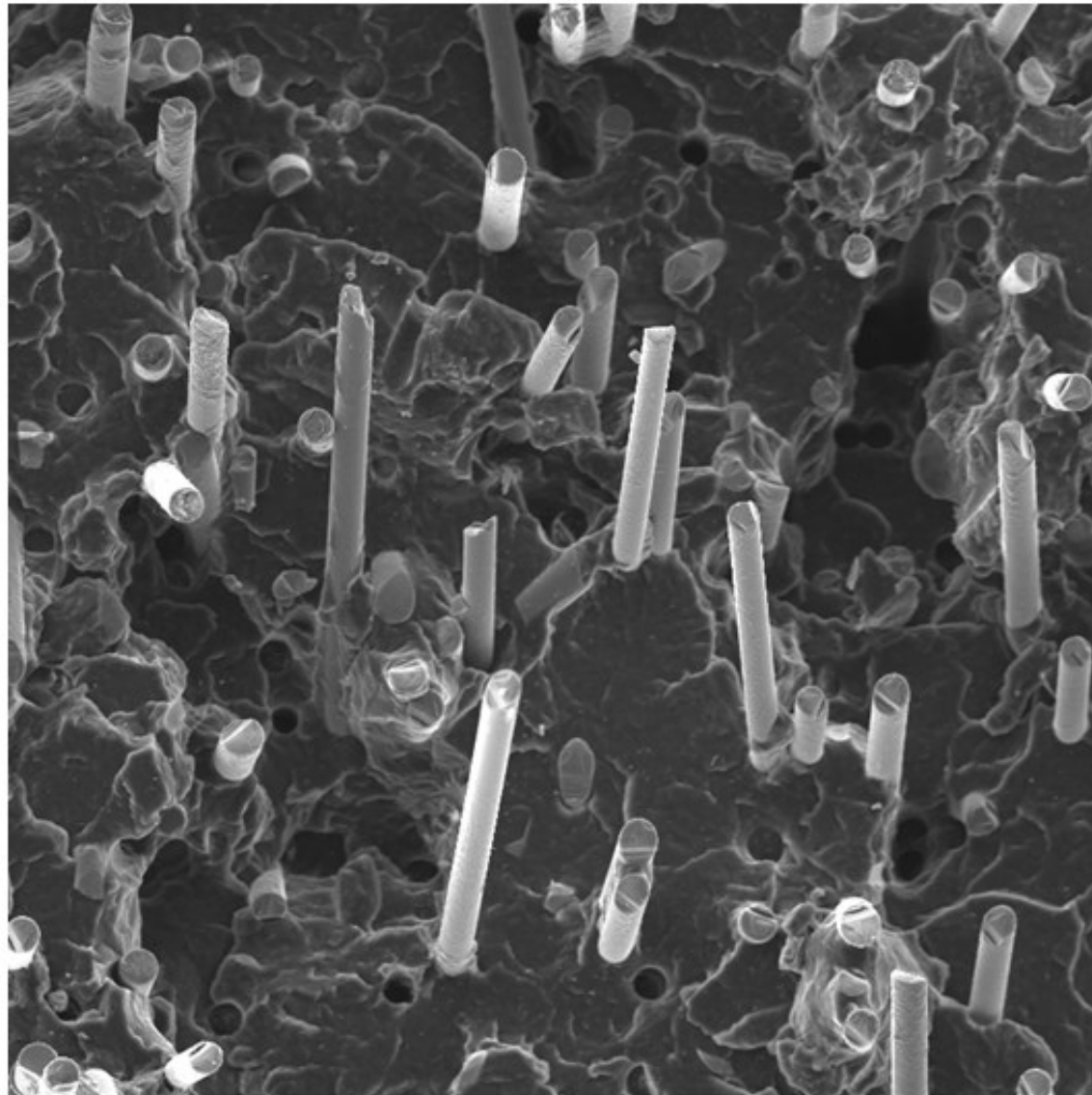
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fot. Adam Piasecki



Kompozyty są kombinacją dwóch lub więcej materiałów różniących się rodzajem lub składem chemicznym w skali makroskopowej. Charakteryzują się unikalnymi właściwościami. Kompozyty znalazły zastosowanie we wszystkich gałęziach przemysłu, od codziennego użytku do kosmicznego. Kompozytem jest m.in. beton. Z kompozytu wykonana jest również rakietka tenisowa Igi 😊



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

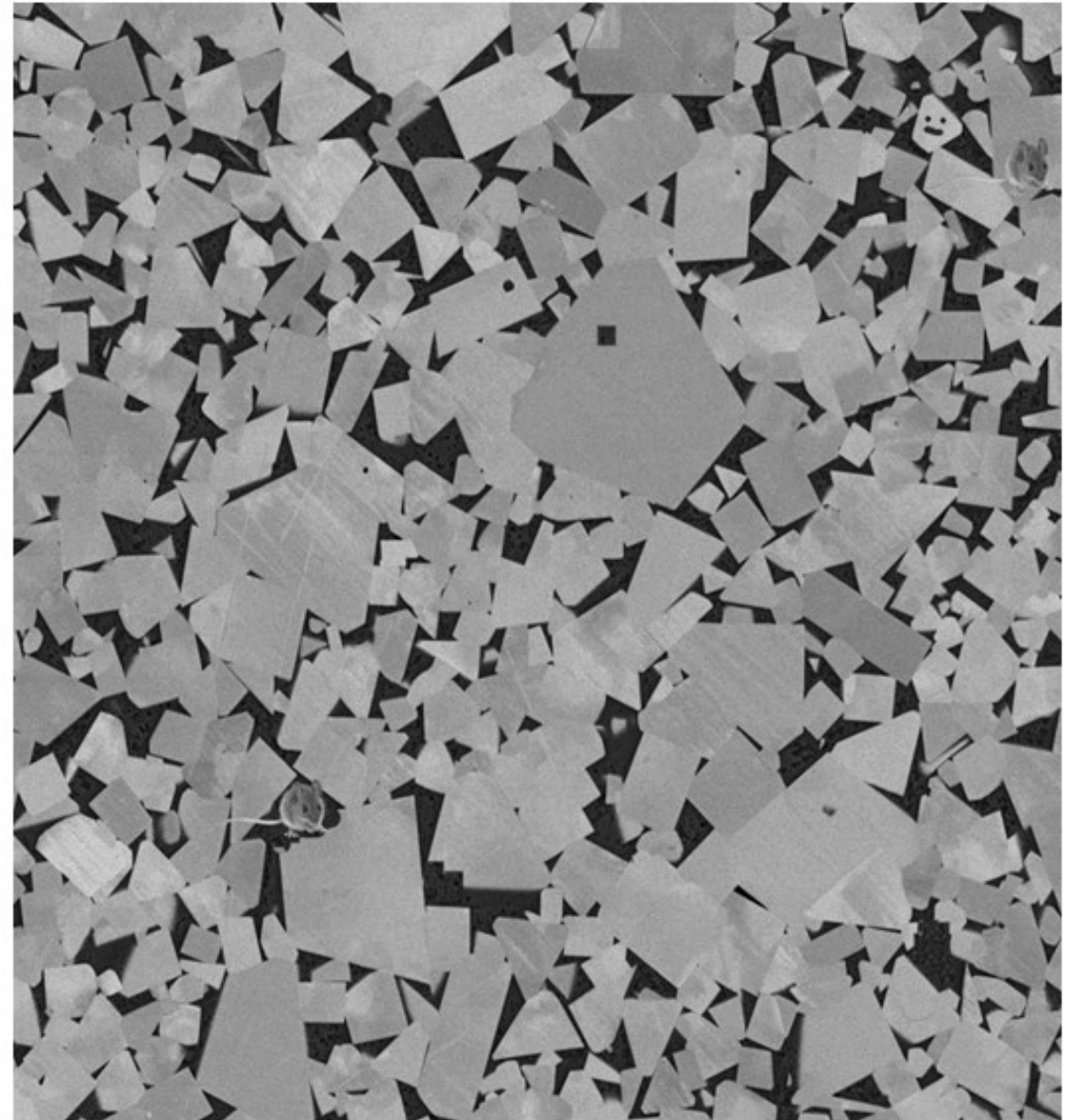
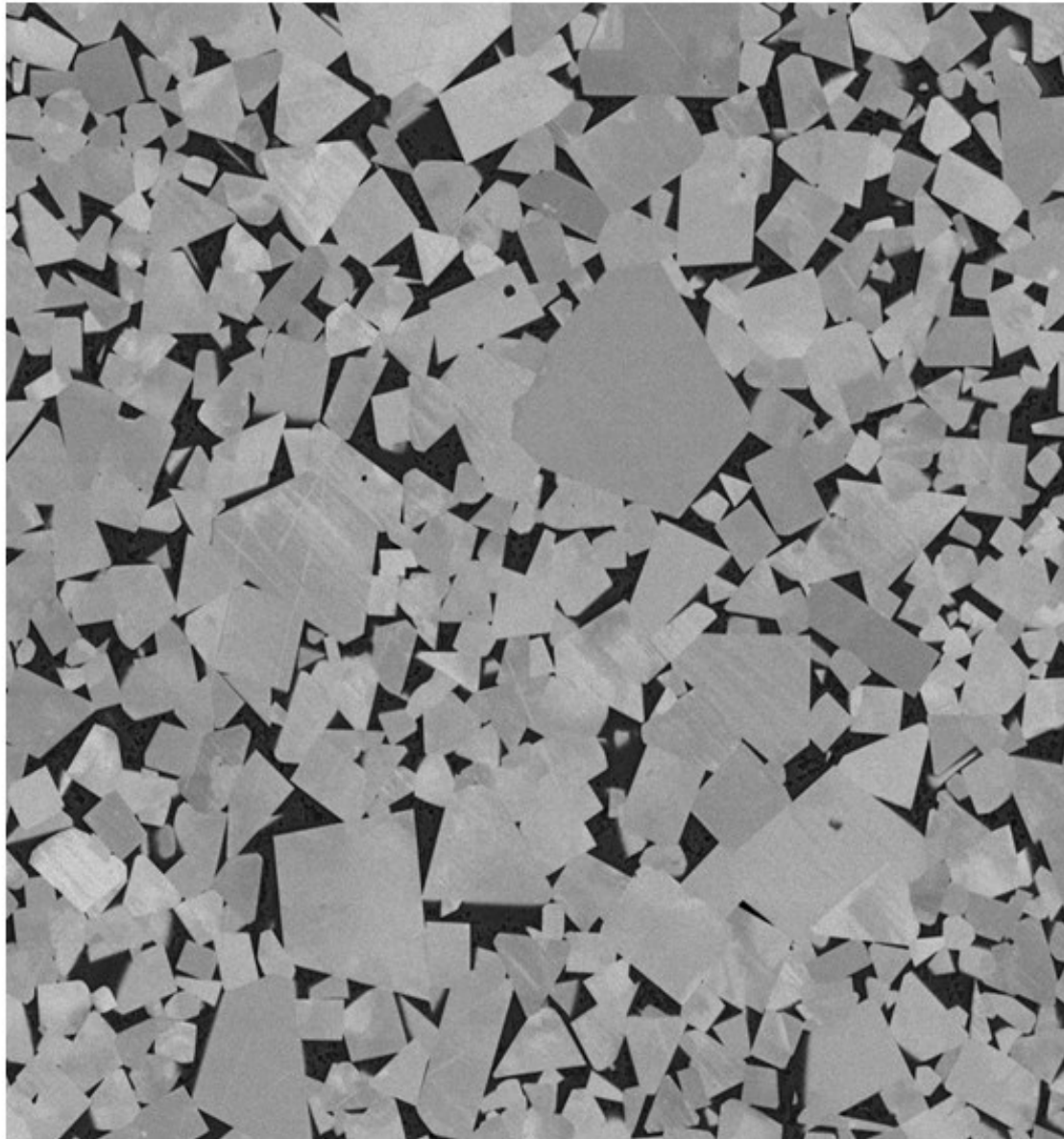
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



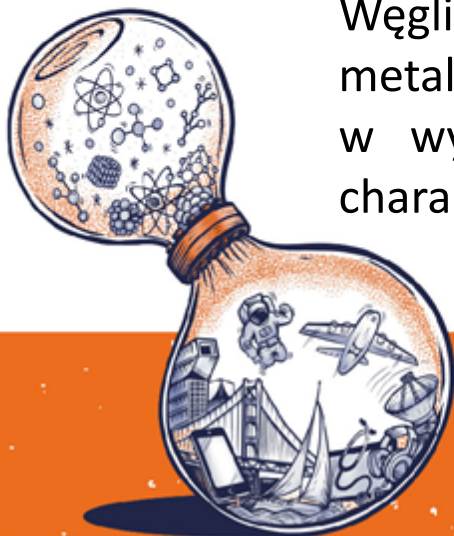
WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fot. Adam Piasecki



Węgliki spiekane to materiały, które otrzymywane są metodami metalurgii proszków z węglików metali oraz metalicznej osnowy. Węgliki i metaliczna osnowa są poddawane prasowaniu i spiekaniu w wysokiej temperaturze i ciśnieniu. Elementy narzędzi wykonane z węglików spiekanych charakteryzują się wysoką twardością i odpornością na zużycie przez tarcie.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

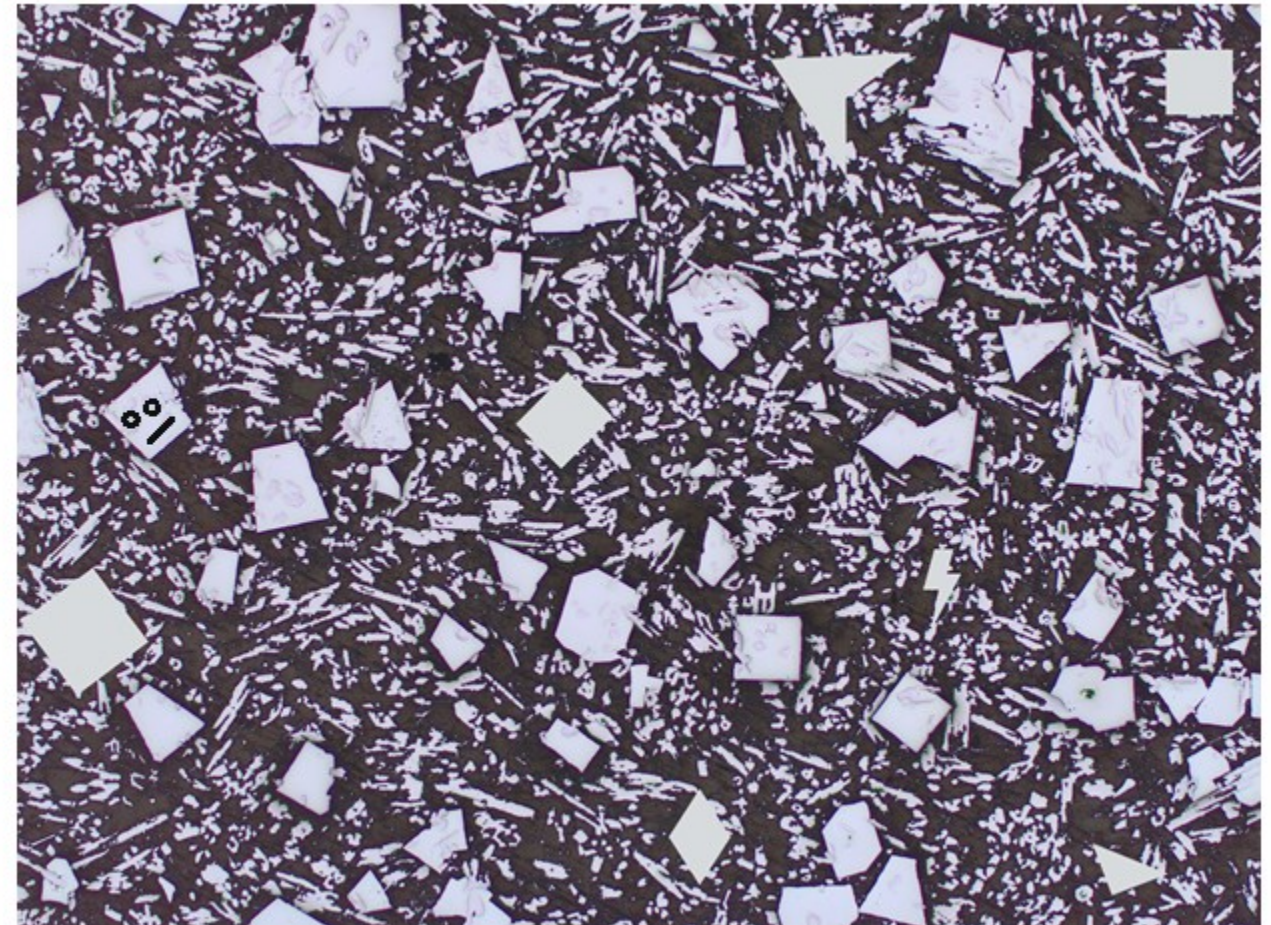
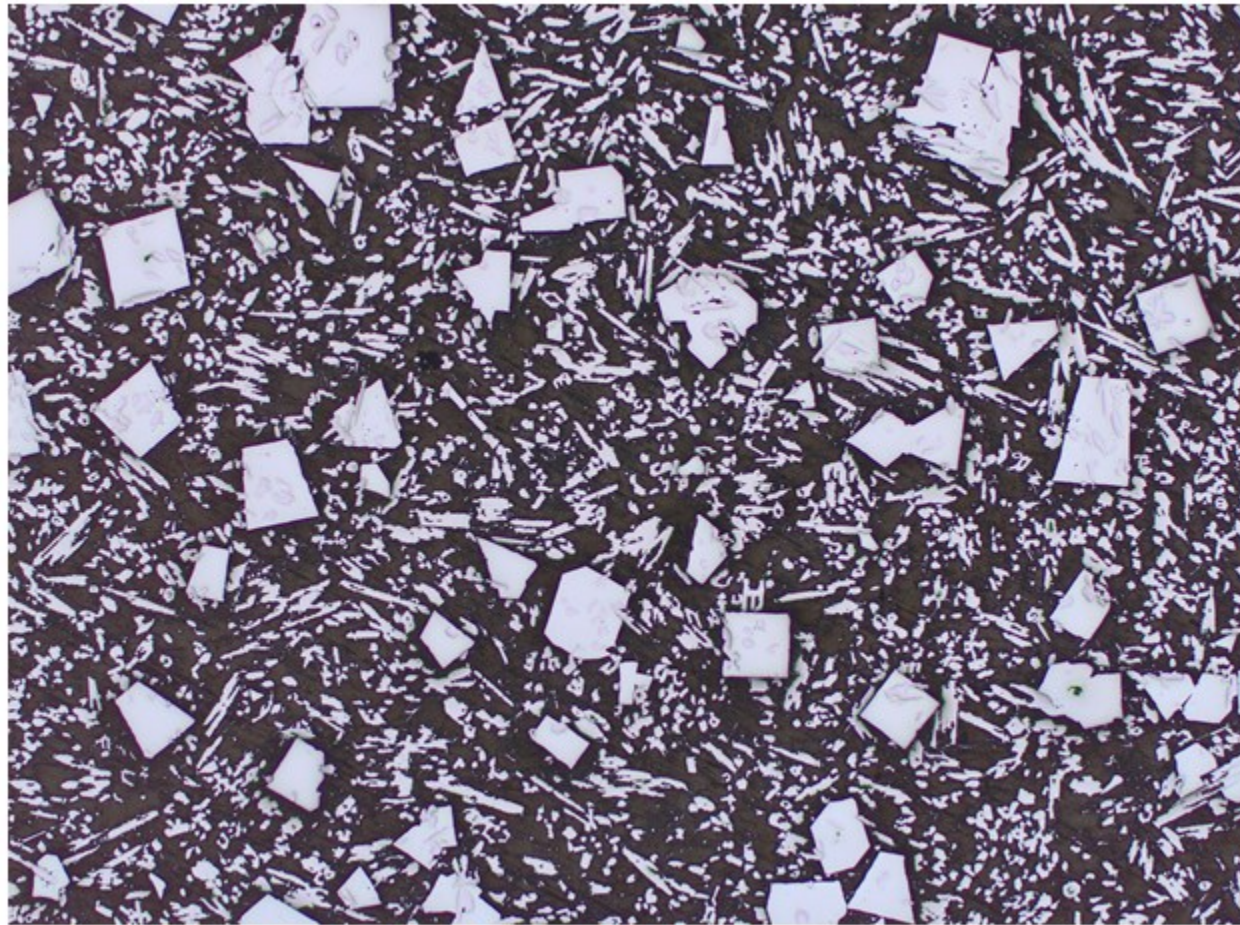
**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOWYCH



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fot. Izabela Szafraniak-Wiza, próbki: Jan Jakubowski

Stopy łożyskowe, wykorzystywane do produkcji łożysk ślizgowych pojazdów szynowych, muszą się charakteryzować specyficznymi właściwościami (np. małym współczynnikiem tarcia, dobrą odpornością na ścieranie czy dobrą przewodnością termiczną). Przedstawiona na zdjęciu struktura składa się z miękkiej osnowy tworzonej przez iglaste kryształy i twardych większych wydzieleni.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

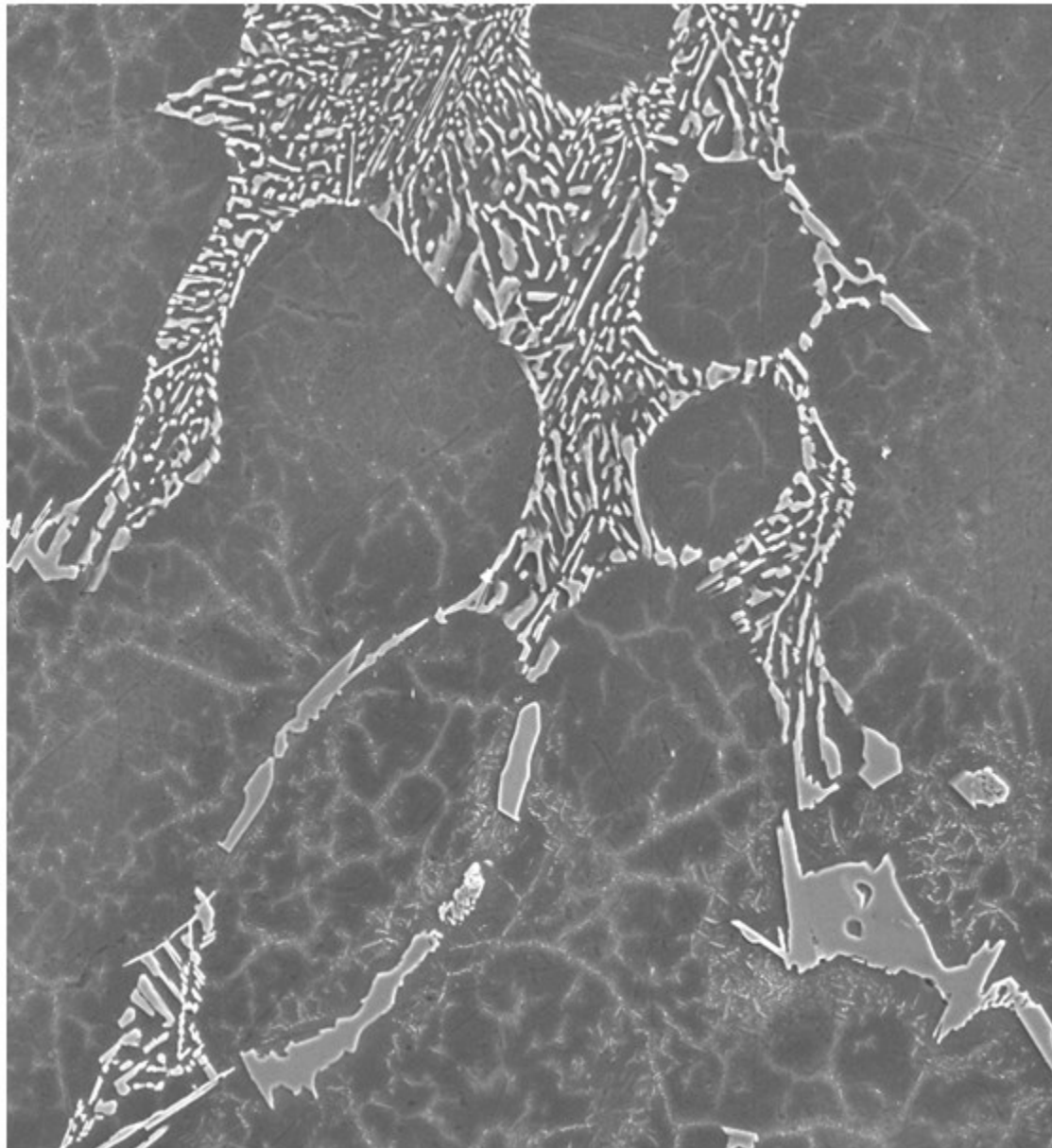
**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE

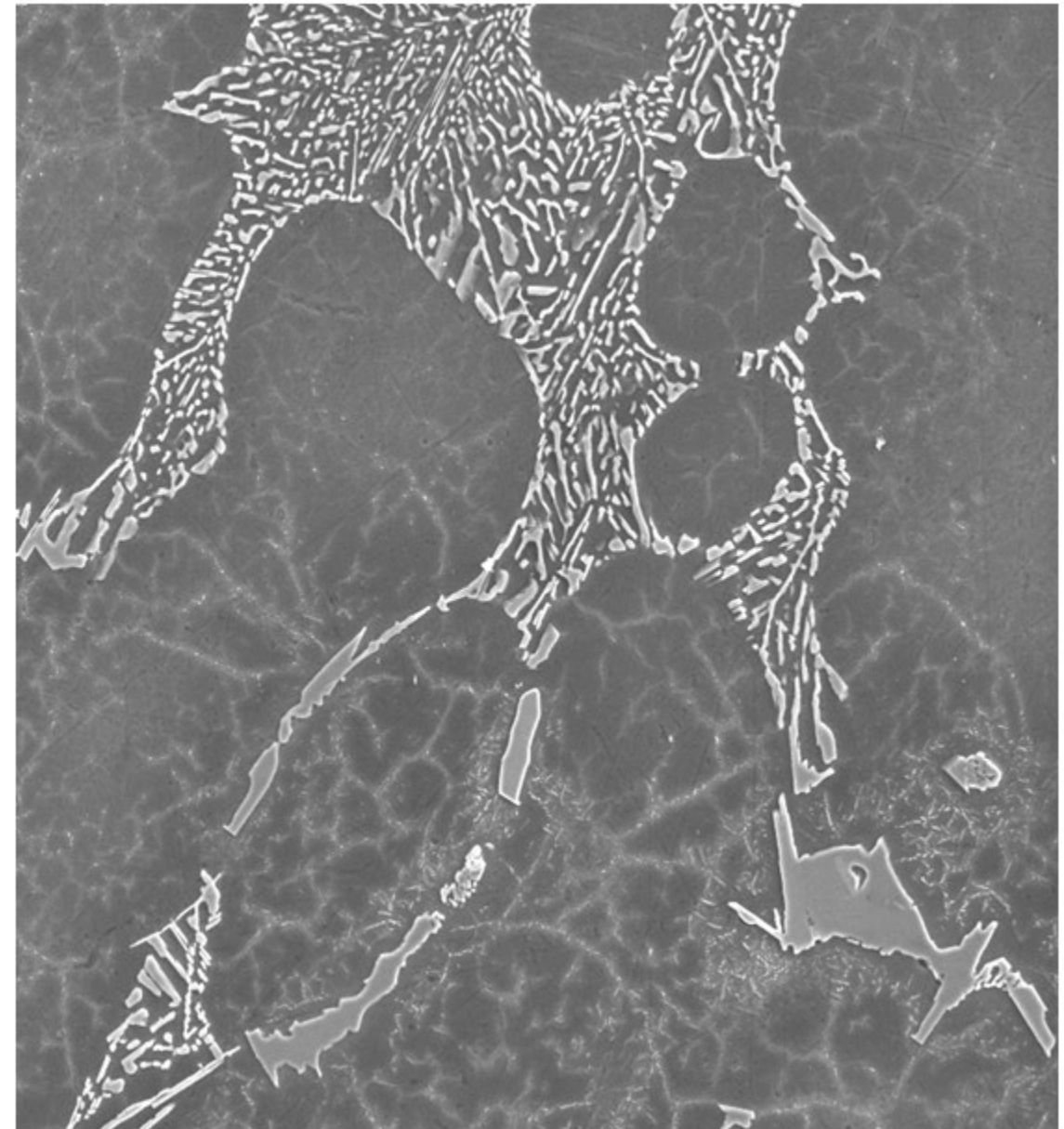


WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fot. Adam Piasecki



Siluminy to odlewnicze stopy aluminium z krzemem wykorzystane na części maszyn, urządzeń i silników dla przemysłu maszynowego, motoryzacyjnego i lotniczego. Na zdjęciach widoczna jest mikrostruktura niemodyfikowanego siluminu nadeutektycznego która składa się z roztworu stałego α (krzemu w aluminium), eutektyki (roztwór stały α + iglaste kryształy krzemu) oraz gruboziarnistych pierwotnych kryształów krzemu o nieregularnych kształtach. Ten stop wymaga modyfikacji. I tym zajmuje się również inżynieria materiałowa.



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

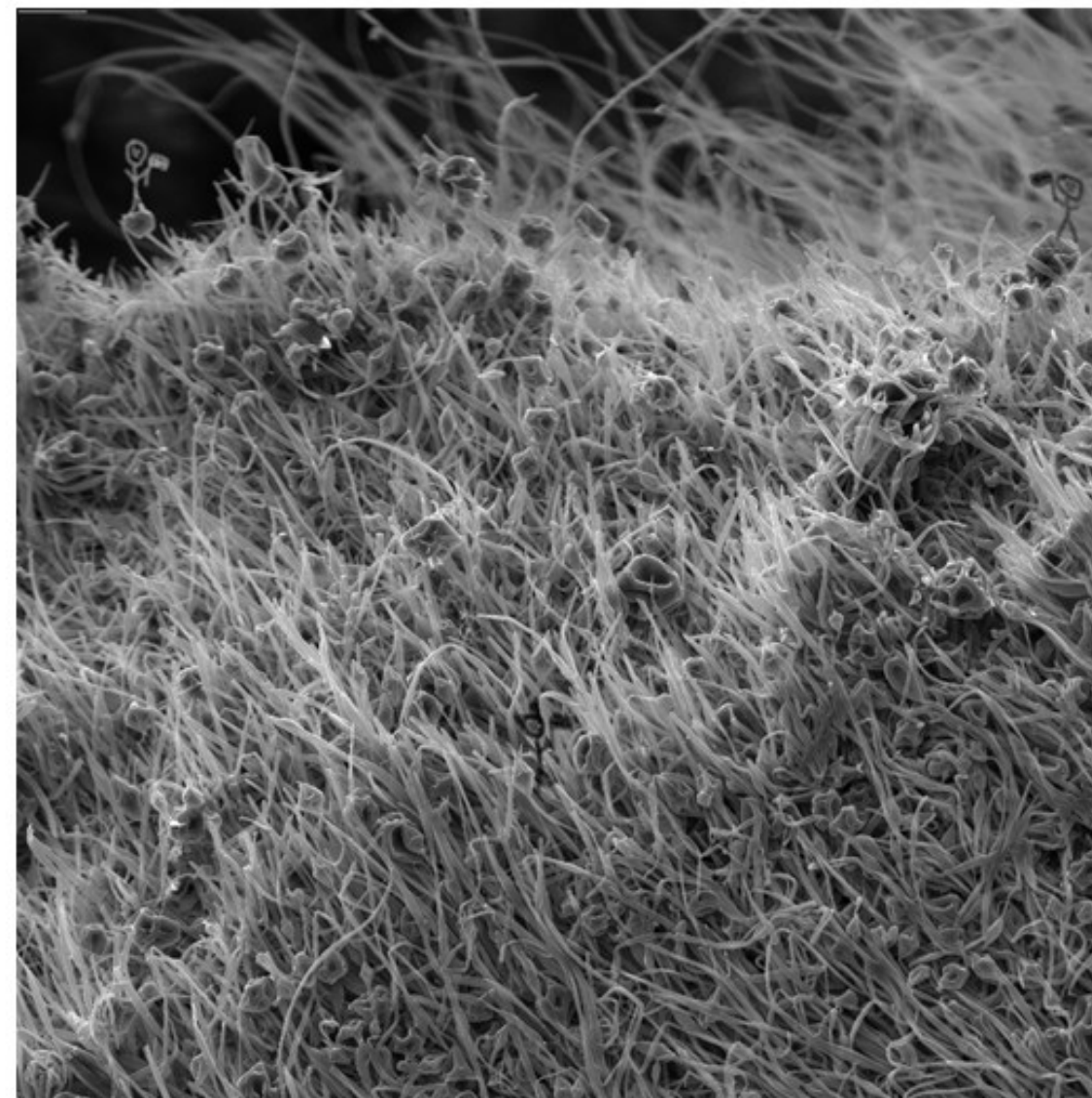
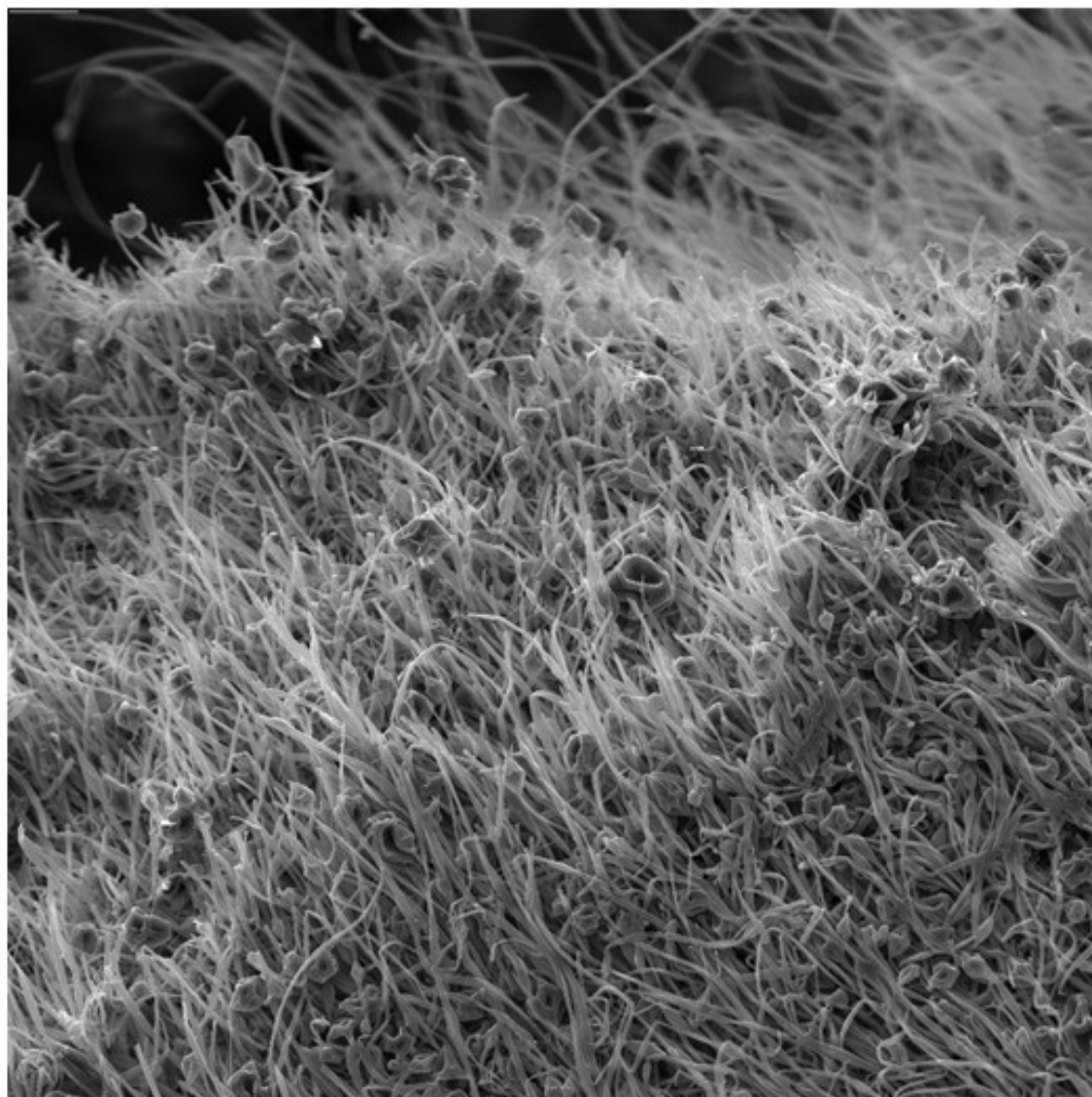
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?

fot. Andrzej Miklaszewski



Przędza polimerowa polywinylopyrrolidonu (PVP) z uwięzionym ekstraktem resweratrolu i cyklodekstryny otrzymywana metodą EHD. Resweratrol jest silnym antyoksydantem z grupy bioflawonoidów zatrzymującym procesy starzenia komórek.



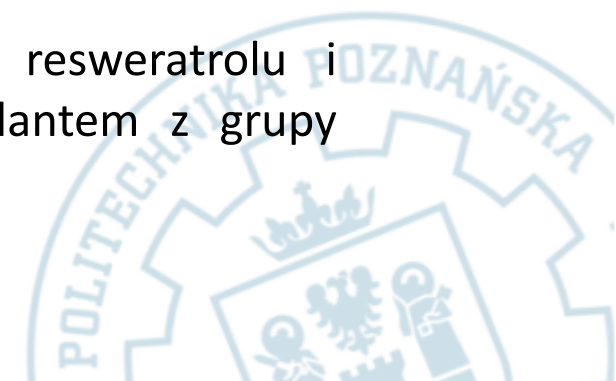
OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

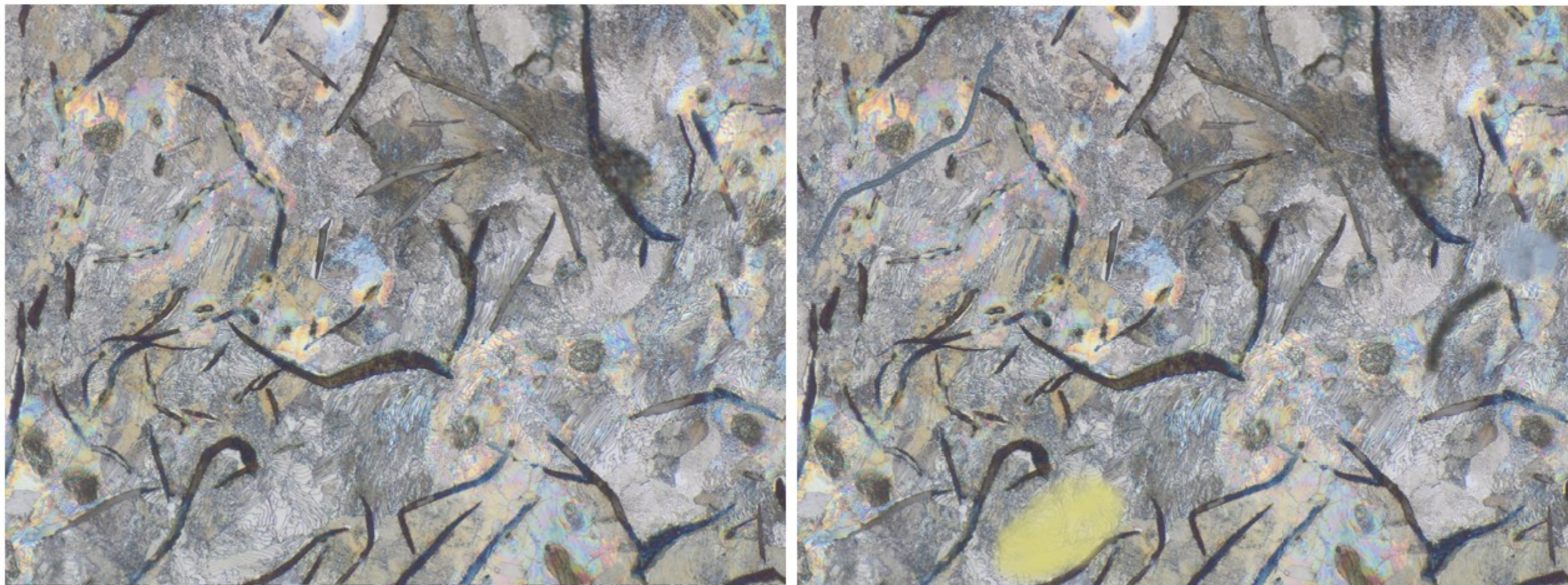
PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOWAWE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ



Zapraszamy do zabawy – ile widzisz różnic na zdjęciach?



fot. Izabela Szafraniak-Wiza, próbki: Jan Jakubowski

Żeliwo szare to stop żelaza z większą zawartością węgla (pow. 2%). W mikrostrukturze pojawia się grafit, który nadaje charakterystyczny szary kolor. Żeliwo wykorzystuje się do wykonania odlewów (np. części maszyn, korpusów, silników, grzejników).



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOWAWE

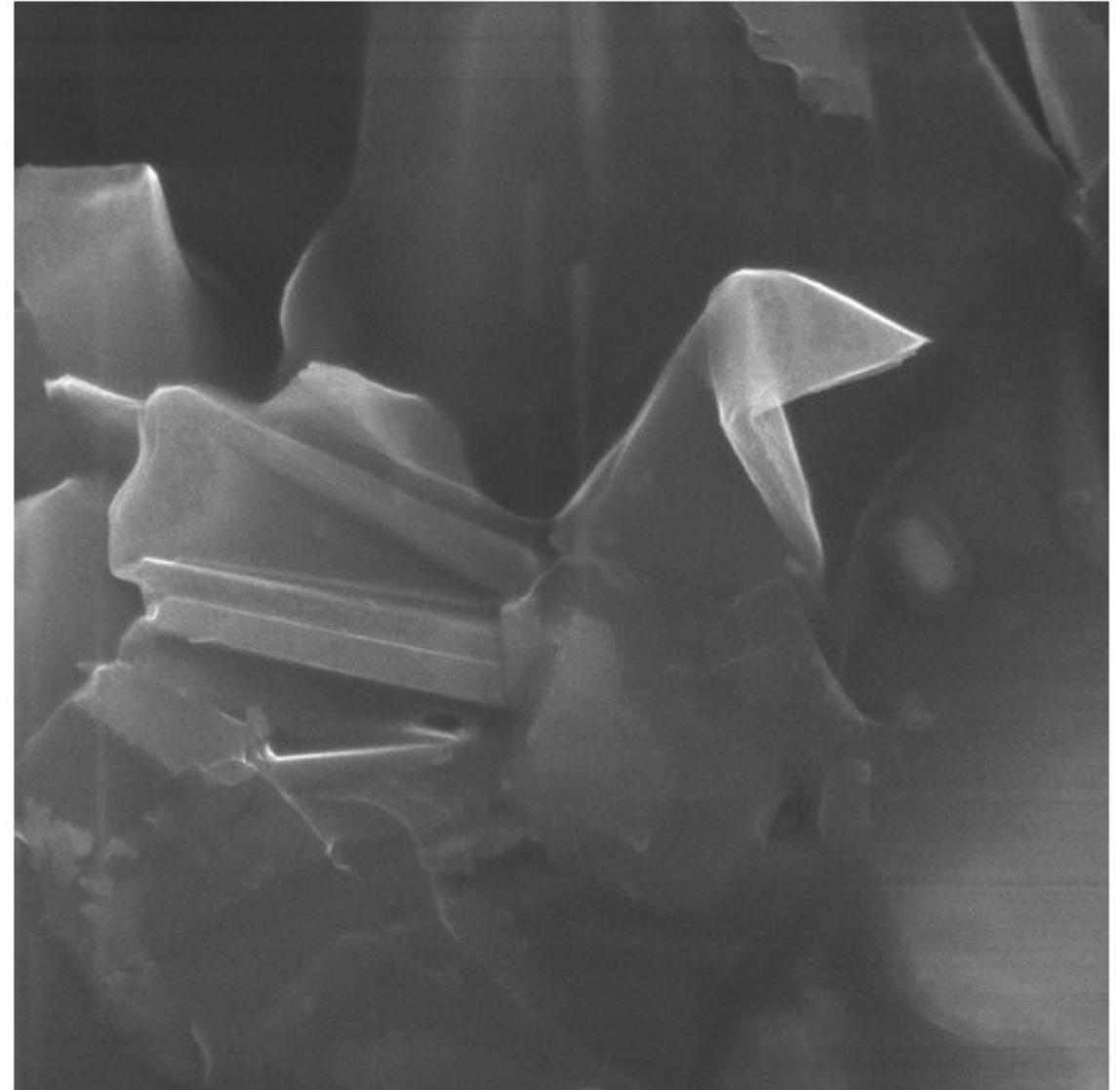
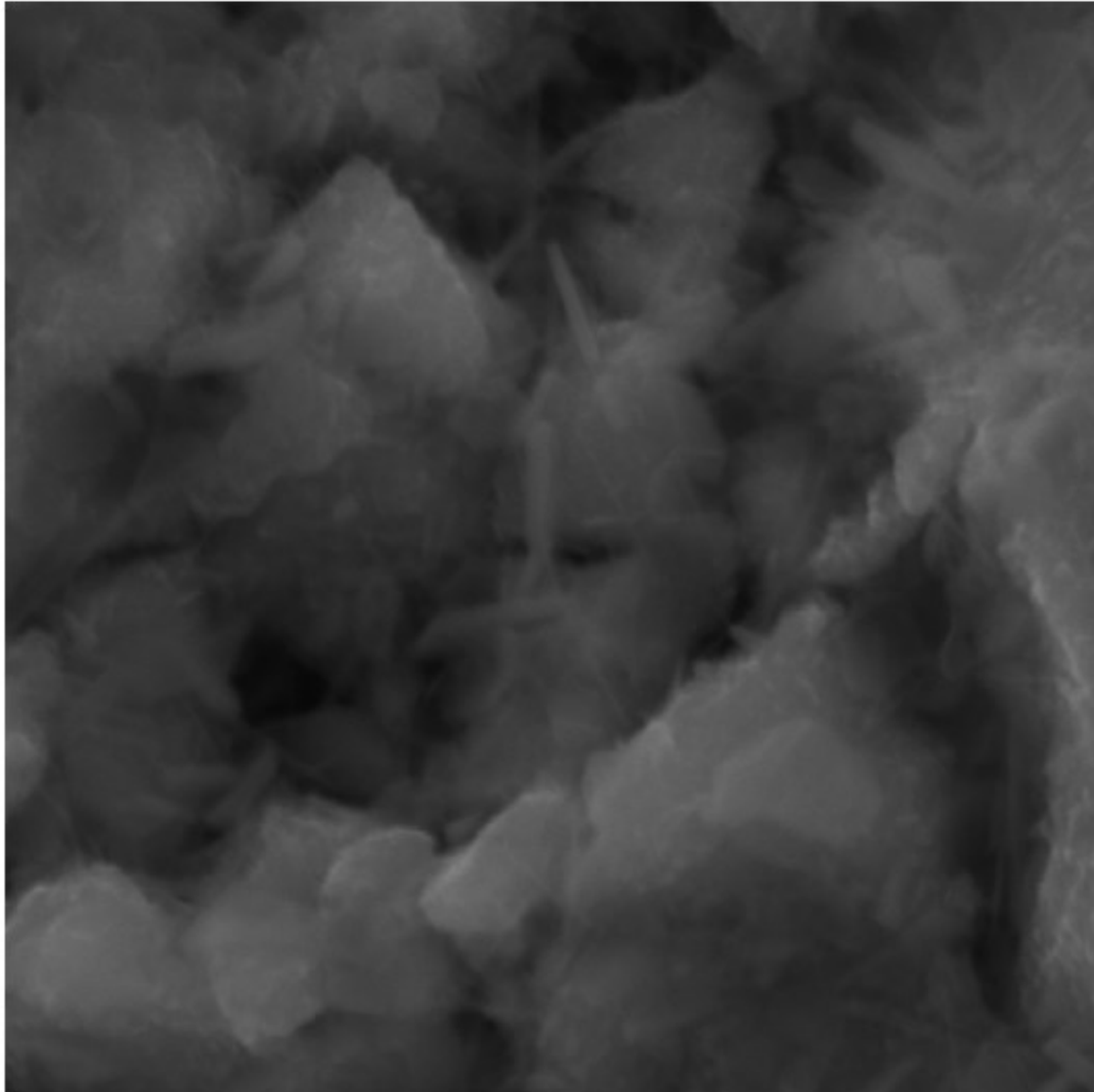


WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ



Zapraszamy do zabawy

fot. Adam Piasecki



Czasami obserwacje za pomocą mikroskopu potrafią zaskoczyć, zwłaszcza przy dużych powiększeniach. Skup się na obrazach i spróbuj odnaleźć na lewym zdjęciu głowę. Na prawym rysunku dojrzysz origami z grafenu. Czy nie przypomina Tobie gołębia lub innego ptaka?



OGÓLNOPOLSKI
DZIEŃ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ

**PRZYSZŁOŚĆ
TO MATERIAŁY!**

PTM
POLSKIE TOWARZYSTWO
MATERIAŁOZNAWCE



WYDZIAŁ
INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
I FIZYKI TECHNICZNEJ

