

LABORATORIUM ODKRYWCÓW

W laboratorium Ignacego

Metalurgia proszków:

od mikronów do milimetrów – wytwórz swój idealny detal

Wizyty młodzieży z ZS im. H. Cegielskiego w Rogoźnie i z ZSOiT w Sompolnie

Celina Manuszak, Justyna Rozwalka, Magdalena Polak, Dawid Kuciarski, Kamil
Żurowski, Konrad Rozynek, Daniel Andrzejewski, Rafał Rubach



**Centrum
Nowoczesnej
Mobilności**



**Centrum
Zrównoważonej
Gospodarki**



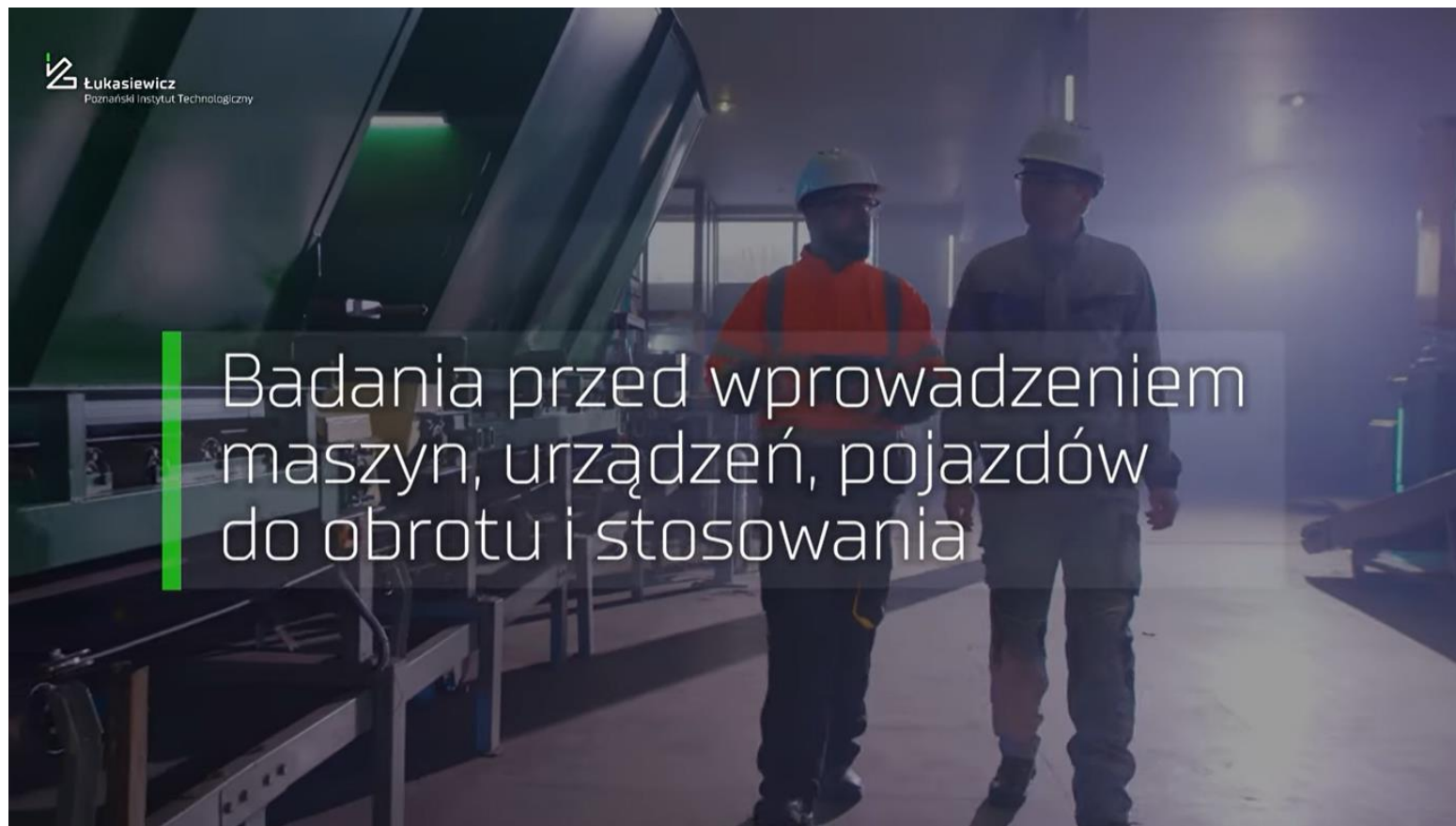
**Centrum
Transformacji
Cyfrowej**



**Centrum
Badań
Laboratoryjnych**

Centrum Badań Laboratoryjnych

Link: <https://pit.lukasiewicz.gov.pl/centrum-badan-laboratoryjnych/>



Film: <https://youtu.be/TWJgTaqINxo>

**Realizujemy działalność naukową
i komercyjną w obszarach takich jak:**



Laboratorium
Badań Materiałowych



Laboratorium Badań
Pojazdów Szynowych i EMC



Laboratorium Badań
Środowiskowych



Laboratorium
Metrologiczne



Laboratorium
Obróbki Ciepłej



Laboratorium Badań Materiałowych



Do zadań laboratorium należy:

- wykonywanie pomiarów i badań właściwości fizycznych i mechanicznych materiałów, wyrobów i konstrukcji drzewnych, metalowych i innych
- wykonywanie badań struktury materiałów oraz obserwacji metalograficznych
- wykonywanie szkoleń i ekspertyz
- doradztwo techniczne w obszarze projektowania nowych rozwiązań materiałowych, technologicznych oraz urządzeń i maszyn.

Laboratorium Badań Materiałowych



Obszar 1



Badania wytrzymałościowe
pojazdów szynowych

Obszar 2



Badania przed wprowadzeniem
maszyn, urządzeń, pojazdów do
obrotu i stosowania

Obszar 3



Badania fizyczne
i mechaniczne drewna, materiałów
oraz wyrobów drzewnych, klejów,
tworzyw sztucznych

Obszar 4



Badania klejów oraz
tworzyw sztucznych

Badania powierzchni

Obszar 5



Badania mebli

Obszar 6



Badania wyrobów metalowych

Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych i EMC



Do zadań laboratorium należy:

- wykonywanie pomiarów i badań w obszarze technologii radiowych i kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych
- wykonywanie pomiarów i badań w obszarze urządzeń, instalacji i sieci energoelektronicznych
- wykonywanie badań urządzeń zabezpieczających, przeciwzwarciovych i przeciwporażeniowych
- badania oświetlenia, akustyki, wstrząsów, odporności na warunki klimatyczne, układów wentylacji, ogrzewania i klimatyzacji, bezpieczeństwa i ergonomii
- badania pojazdów szynowych w zakresie pomiarów statycznych i dynamicznych
- doradztwo techniczne w obszarze projektowania nowych urządzeń elektronicznych i elektrycznych
- wykonywanie szkoleń i ekspertyz.

Laboratorium Badań Pojazdów Szynowych i EMC



Obszar 1



Badania mechaniczne pojazdów szynowych

Badania elektryczne i systemów sterowania

Badania środowiskowe pojazdów szynowych

Obszar 2



Badania przed wprowadzeniem maszyn, urządzeń, pojazdów do obrotu i stosowania

Obszar 3



Badania radiowe i kompatybilności elektromagnetycznej

Laboratorium Badań Środowiskowych



Do zadań laboratorium należy:

- wykonywanie pomiarów i badań w obszarze jakości powietrza, jakości biomasy przeznaczonej na cele energetyczne, palności, toksyczności, konserwacji, ochrony drewna i wyrobów drzewnych
- nadzór zabiegów fitosanitarnych prowadzonych przez producentów drzewnych materiałów opakowaniowych
- wykonywanie szkoleń i ekspertyz.

Laboratorium Badań Środowiskowych



Obszar 1



Badania drewna,
materiałów i wyrobów drzewnych

Obszar 2



Badania biopaliw
stałych

Obszar 3



Wymagania
fitosanitarne

Laboratorium Badań Metrologicznych



Do zadań laboratorium należy:

- zapewnienie stałego nadzoru metrologicznego nad jakością wykonywanych wyrobów i usług w instytucie
- kontrola dostaw materiałów do wytwarzania lub badań
- wykonywanie pomiarów wyrobów lub narzędzi
- nadzór nad sprzętem kontrolno-pomiarowym
- wzorcowanie mierników
- wykonywanie szkoleń i ekspertyz.

Laboratorium Badań Metrologicznych



Obszar 1



Skanowanie 3D

Obszar 2



Metrologia współrzędnościowa

Obszar 3



Metrologia wielkości geometrycznych

Obszar 4



Pomiary termowizyjne

Obszar 5



Wzorcowanie



Laboratorium Obróbki Ciepłej

Laboratorium Obróbki Ciepłej



Do zadań laboratorium należy:

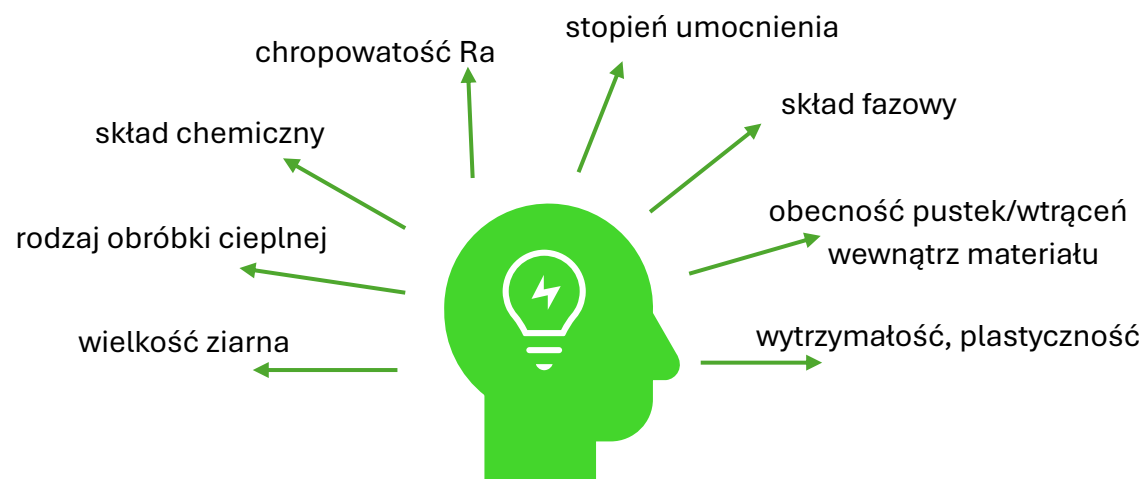
- wytwarzanie wyrobów w technologii metalurgii proszków
- wykonywanie obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej
- doradztwo techniczne w obszarze opracowywania procesów technologicznych wytwarzania wyrobów w technologii metalurgii proszków, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej
- wykonywanie szkoleń i ekspertyz.

Laboratorium Obróbki Ciepłej

Badanie właściwości metali



Jak m.in. można zbadać właściwości metalu?



Jaką informacje dają wyniki badań?

Laboratorium Obróbki Ciepłej



Obserwacje mikroskopowe

Mikroskopia optyczna vs. elektronowa mikroskopia skaningowa (SEM) 🖱️



Mikroskop optyczny
daje **kolorowy obraz całej próbki**
przy powiększeniach do ok. 1000x uzyskany za
pomocą **światła**



SEM daje szczegółowy
obraz próbki w odcieniach szarości przy
powiększeniach do kilkudziesięciu
tys. razy z **głębią ostrości**,
tworząc go za pomocą **wiązki elektronów**
i skanowania punkowego.

Laboratorium Obróbki Ciepłej

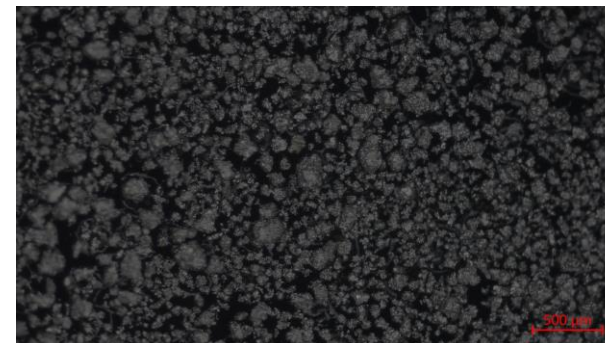
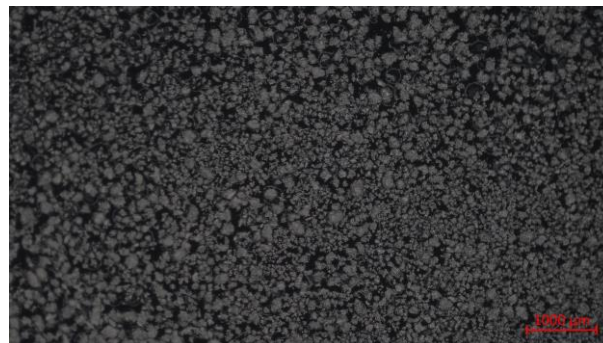


Obserwacje mikroskopowe proszku metalu

Spiek z proszku żelaza
ASC 100.29 Höganäs

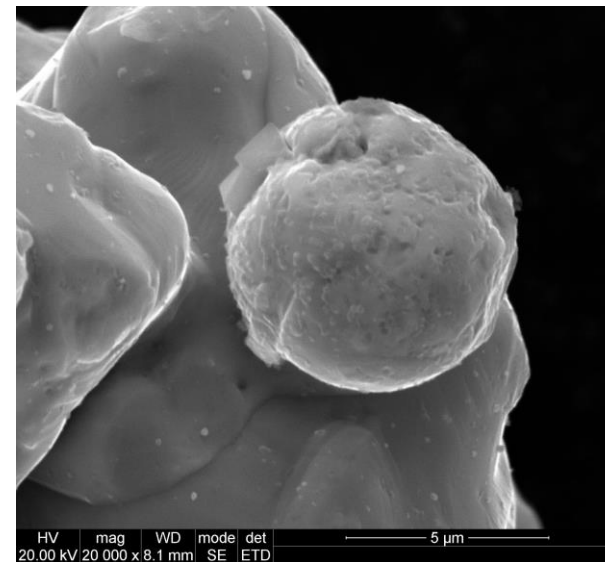
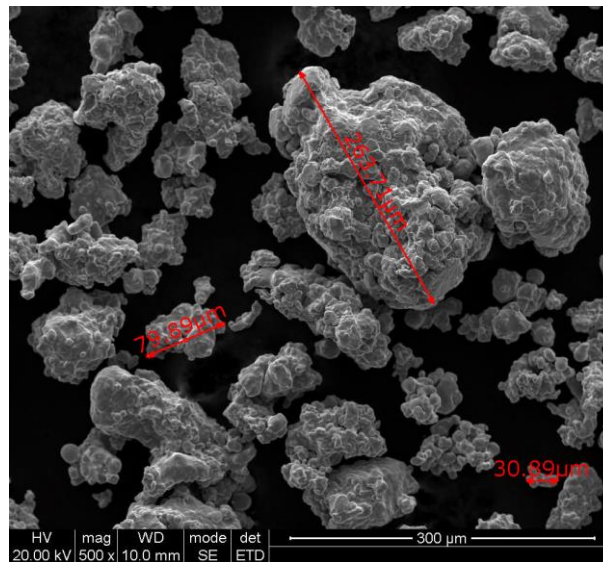


Mikroskopia optyczna



Proszek ASC 100.29 Höganäs

Skaningowa mikroskopia elektronowa

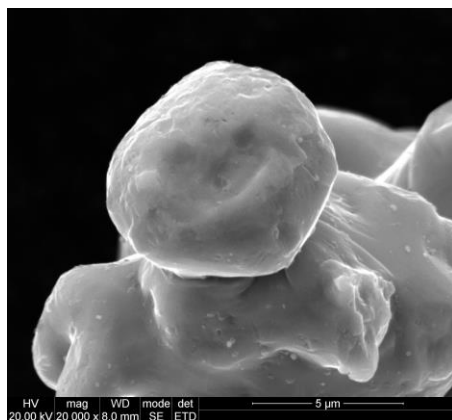
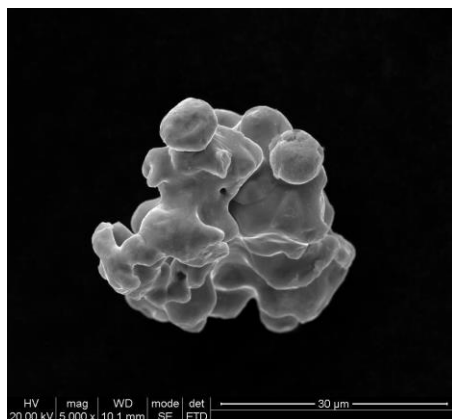


Laboratorium Obróbki Ciepłej

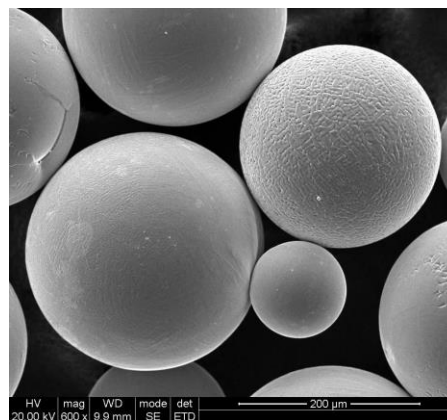
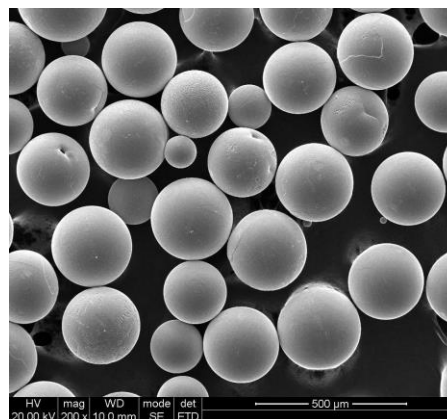


Proszki metali w mikroskopie skaningowym

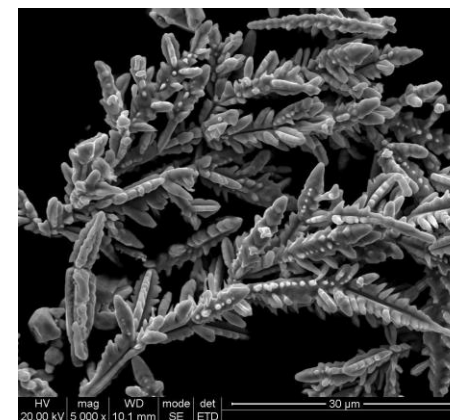
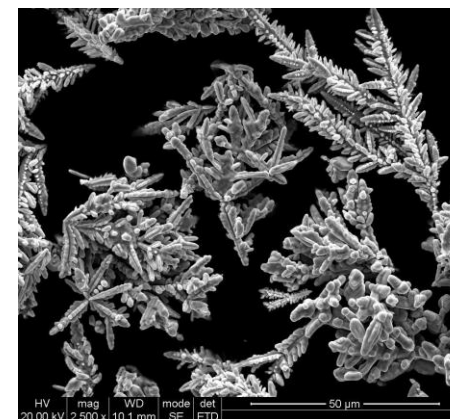
Proszek żelaza (Fe)



Proszek stopu tytanu (Ti6Al4V)



Proszek miedzi (Cu)



Kształt:

nieregularny

sferyczny

dendrytyczny

Laboratorium Obróbki Ciepłej



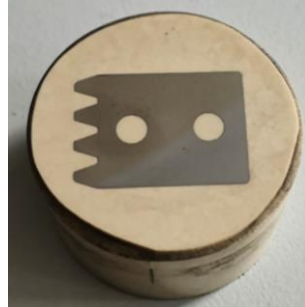
Metalografia: mikroskopia optyczna

Etapy przygotowania zgładów metalograficznych do obserwacji pod mikroskopem:

- ✓ zainkludowanie detalu w żywicy (1)
- ✓ szlifowanie na papierach ściernych o coraz mniejszej ziarnistości, polerowanie na tarczach polerskich z zawiesiną diamentową (2)
- ✓ trawienie w odczynniku (3)



(1)



(2)



(3)



detal badany: spiek z proszku żelaza

Laboratorium Obróbki Ciepłej



Metalografia: mikroskopia optyczna

Dobór odczynnika, w zależności od badanego materiału, należy dobrać zgodnie z literaturą, tzn. normy, artykuły, książki.

zanurzenie zglądu
w odczynniku
przez odpowiedni czas



wytlukanie
pod bieżącą wodą



przeptukanie
powierzchni
etanołem



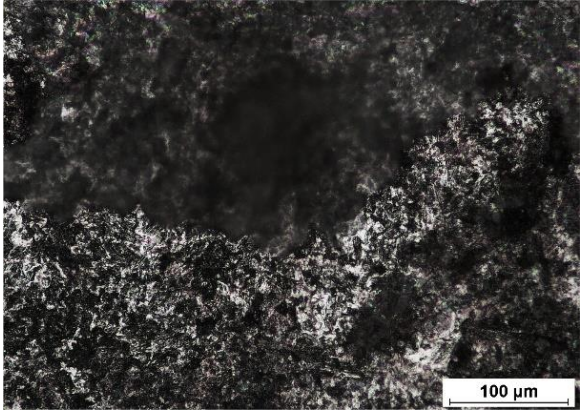
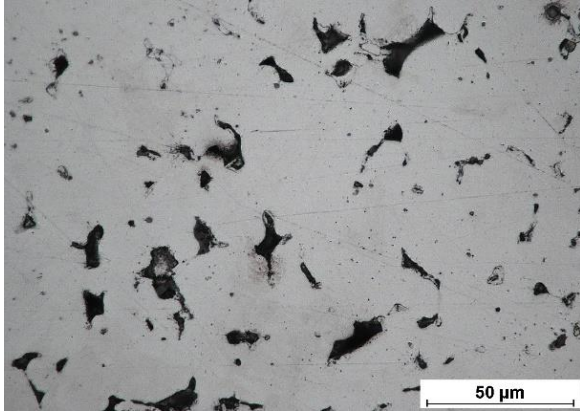
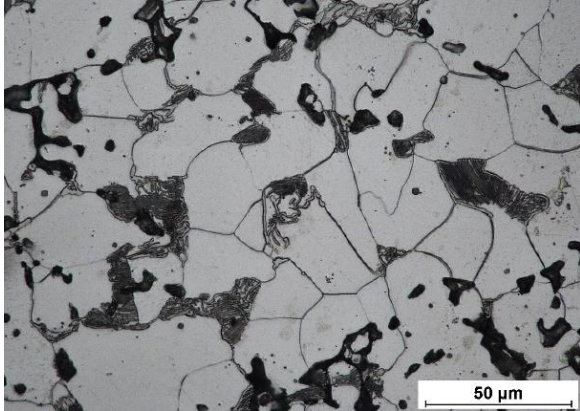
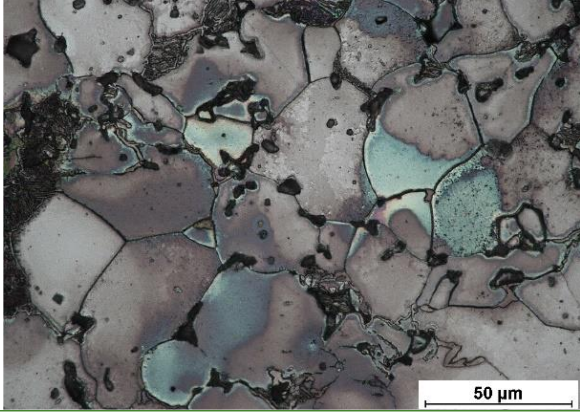
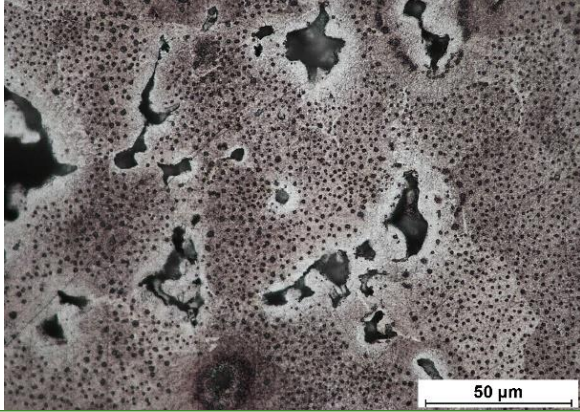
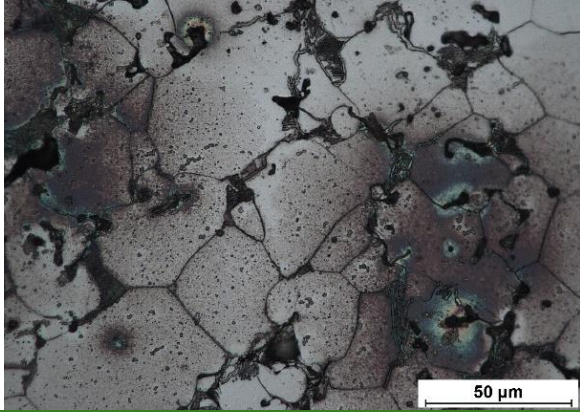
wysuszenie

Co się dzieje jeśli nie przygotujemy odpowiednio zglądu, dobierzemy nieodpowiedni odczynnik, będziemy trawić zbyt długo lub niedokładnie wytluczemy/wysuszymy zgląd?

Laboratorium Obróbki Ciepłej

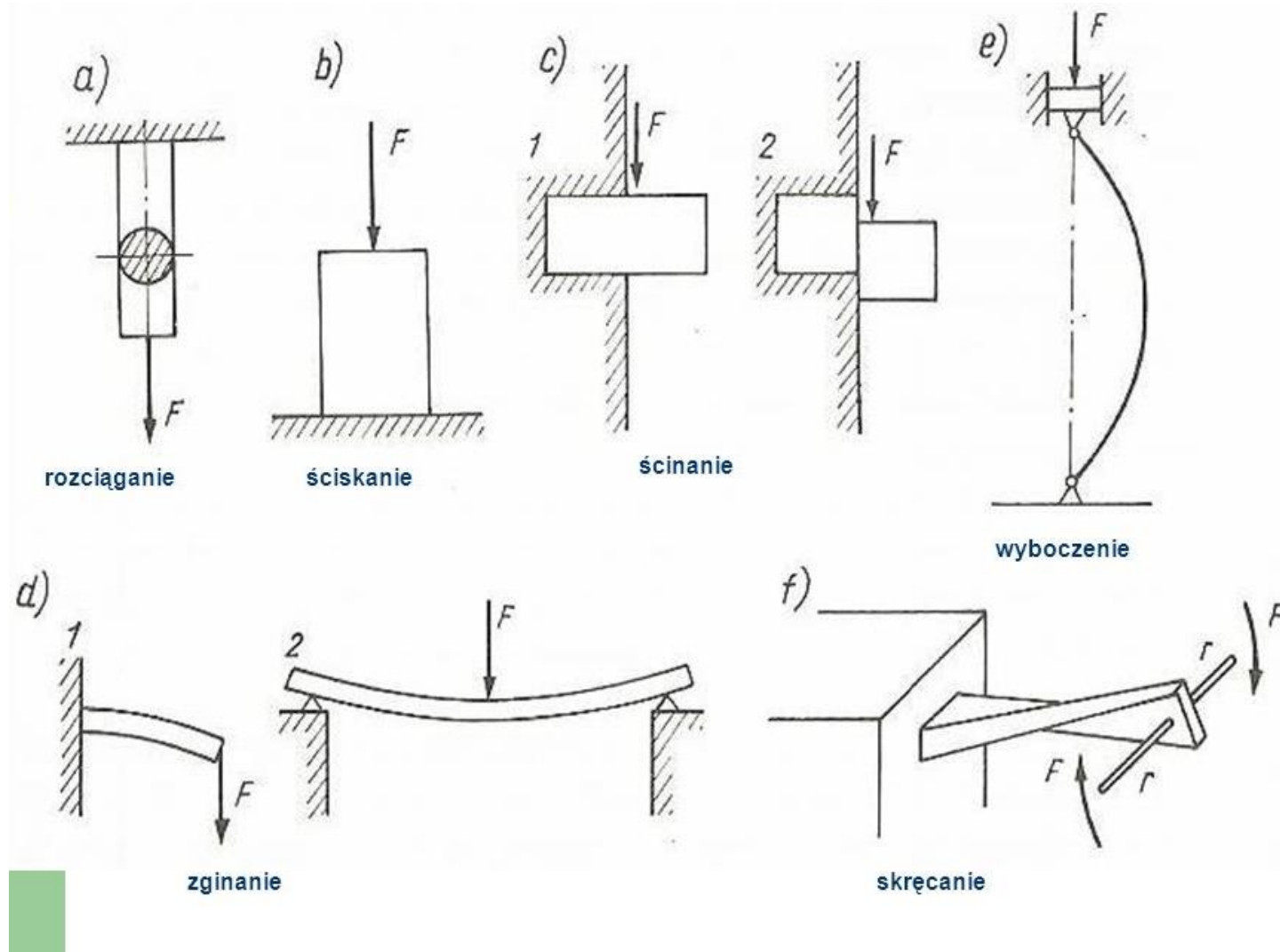
Metalografia: mikroskopia optyczna



brak szlifowania/polerowania	po szlifowaniu/ polerowaniu, bez trawienia	po trawieniu odpowiednim odczynnikiem (tutaj: nital 3%: etanol i kwas azotowy w stosunku 97:3) – czas ok. 15 s)
		
po trawieniu zbyt mocnym odczynnikiem (tutaj: nital 10%: etanol i kwas azotowy w stosunku 90:10 – czas: 15 s)	nieodpowiedni odczynnik (tutaj: woda, kwas solny, chlorek miedzi w stosunku 11:8:1 – czas 15 s)	nieprawidłowe trawienie, np. niedokładnie wytłukanie odczynnika, niedokładne wysuszenie
		

Laboratorium Obróbki Ciepłej

Rodzaje odkształceń



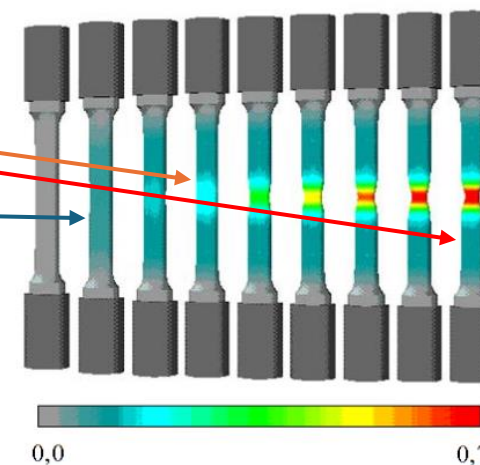
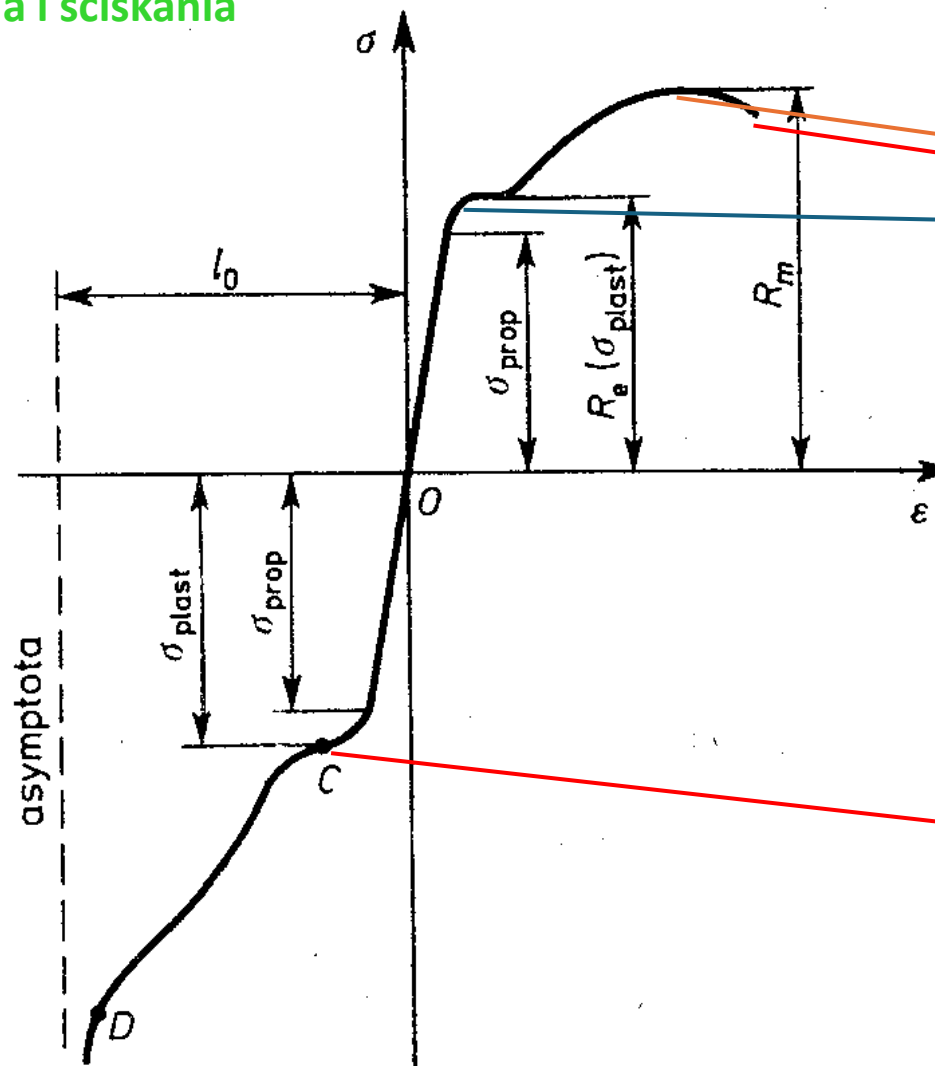
Laboratorium Obróbki Ciepłej



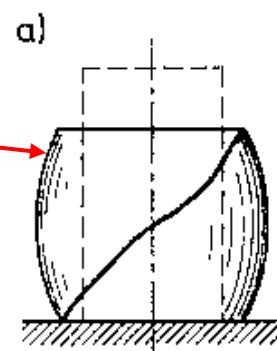
Próba rozciągania i ściskania

Rozciąganie

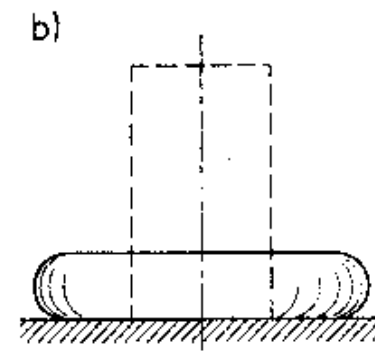
Ściskanie



Poszczególne etapy
próby rozciągania



Materiał kruchy
(pęknięcie)



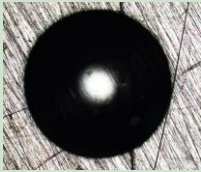
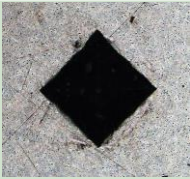
Materiał plastyczny
np. złoto, żelazo

Laboratorium Obróbki Ciepłej



Badanie trwałości

Badanie twardości polega na wykonaniu odcisku na powierzchni badanego materiału, za pomocą wgłębnika a następnie wyznaczeniu wartości twardości poprzez pomiar geometrii odcisku.

Skala twardości	Metoda Brinella	Metoda Vickersa	Metoda Knoppa	Metoda Rockwella
kształt wgłębnika	kulka	ostrośúp o podstawie kwadratu	ostrośúp o podstawie rombu	stożek
materiał wgłębnika	stal	diamant	diamant	diamant
przykładowy wygląd odcisku				

Dlaczego diament jest najczęściej wykorzystywanym materiałem do produkcji wgłębnika?

Laboratorium Obróbki Ciepłej

Badanie trwałości



Najtwardszy materiał – jest
w stanie zarysować
wszystkie inne



Materiał	Twardość HV
Diamant	ok. 10 000
Węglik wolframu	1800-3200
Korund	1800-2200
Stal	do 800
Miedź	do 200
Aluminium	do 150

Laboratorium Obróbki Ciepłej



Metalurgia proszków

Zajmujemy się produkcją części spiekanych z proszku żelaza. Wykorzystujemy jednoosiowe prasowanie na zimno oraz spiekanie w atmosferze azotowo-wodorowej.

- 1 | wytwarzanie wyrobów spiekanych metodą prasowania na zimno i spiekania w piecu PSF-12/75, w temperaturze do 1200°C,
- 2 | produkcję elementów powstających w dwóch etapach prasowania (prasowanie z dokuwaniem), co zapewnia większą dokładność, gęstość i dobre właściwości mechaniczne,
- 3 | tworzenie modyfikowanych wyrobów o podwyższonych parametrach, łącząc metalurgię proszków z obróbką plastyczną, cieplną lub cieplno-chemiczną,
- 4 | prace nad doborem mieszanek proszków i technologią ich formowania oraz spiekania.

Oferujemy też obróbkę wykończeniową: szlifowanie, polerowanie, gratowanie, usuwanie zadziorów, czyszczenie i wygładzanie. Wykorzystujemy m.in. obróbkę wibrościerną na urządzeniu Rösler EURO R 125.

Laboratorium Obróbki Ciepłej

Metalurgia proszków



Metalurgia proszków to nowoczesna metoda wytwarzania materiałów metalicznych, choć jej początki sięgają bardzo dawnych czasów. Obecnie jest ważną alternatywą lub uzupełnieniem dla tradycyjnych technik, takich jak odlewanie czy obróbka plastyczna. Jej największe **zalety** to wysoka **oszczędność materiału**, **możliwość tworzenia kompozytów i stopów trudno topliwych** oraz **przewodzenie procesu w niższych temperaturach niż w klasycznej metalurgii**.

Ograniczeniem tej technologii jest najczęściej **porowatość** gotowych wyrobów, co zmniejsza ich wytrzymałość. Problemy mogą pojawić się także przy produkcji bardzo skomplikowanych kształtów, ponieważ podczas prasowania mogą występować **nierównomierne naprężenia**.



Laboratorium Obróbki Ciepłej

Metalurgia proszków – schemat procesu



Typowy proces technologiczny obejmuje:

- 1 | Wytwarzanie proszku metalicznego lub mieszaniny proszkowej,
- 2 | Przygotowanie wsadu do prasowania,
- 3 | Formowanie na zimno,
- 4 | Spiekanie,
- 5 | Obróbkę wykańczającą.

W praktyce proces może być dostosowywany do aktualnych potrzeb, np. poprzez łączenie formowania i spiekania lub impregnację porowatych spieków metalem o niższej temperaturze topnienia. **Stale pozostaje użycie proszku jako materiału wyjściowego i spiekanie poniżej temperatury topnienia głównego składnika.**



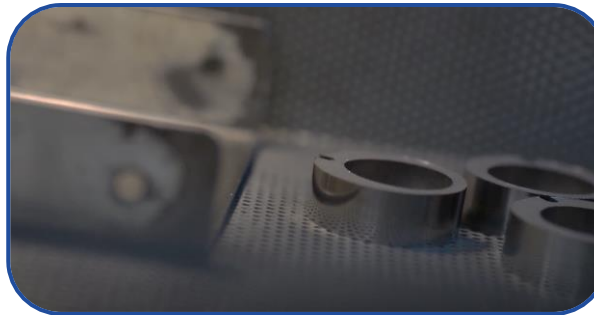
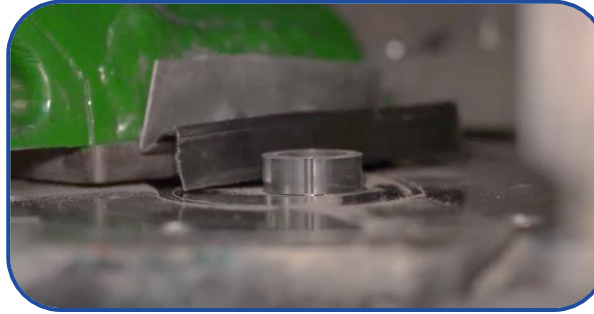
Laboratorium Obróbki Ciepłej



Metalurgia proszków – formowanie proszków

Zagęszczanie proszków odbywa się poprzez **prasowanie** w matrycy przy użyciu stempli, w układzie jednostronnym lub dwustronnym. Podczas obróbki proszek poddawany jest wysokim naciskom – przykładowo proszek żelaza wymaga $300\text{--}800\text{ N/mm}^2$. W efekcie cząstki zbliżają się, zakleszczają i lokalnie zgrzewają na zimno, co prowadzi do powstania **zwartej wypraski**.

W zależności od wymaganej siły i kształtu detalu stosuje się **prasy mechaniczne** (wysoka wydajność, mniejsze siły) lub **hydrauliczne** (możliwość uzyskiwania dużych nacisków i lepszej kontroli procesu).



Laboratorium Obróbki Ciepłej

Metalurgia proszków – spiekanie, kluczowy etap konsolidacji



Spiekanie polega na wygrzewaniu wypraski w temperaturze

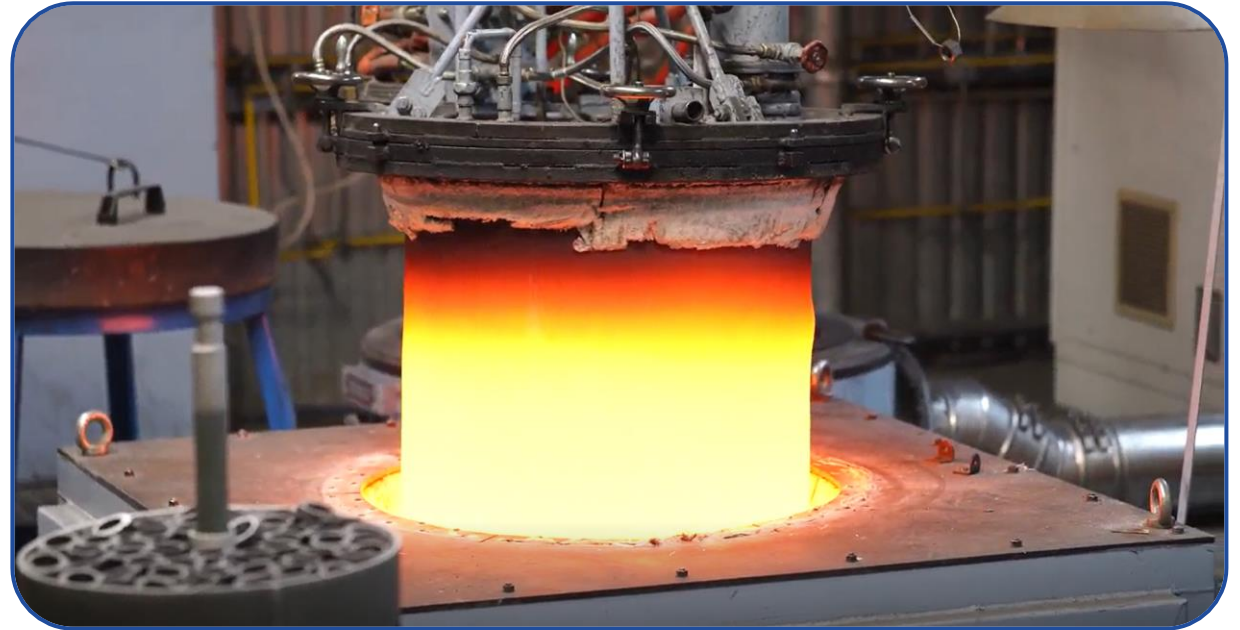
stanowiącej 80–90% temperatury topnienia głównego

składnika, w kontrolowanej atmosferze.

Podwyższona temperatura umożliwia dyfuzję atomów, co prowadzi do przekształcenia połączeń mechanicznych w trwałe połączenia metaliczne. W trakcie procesu zmniejsza się porowatość, wzrasta gęstość oraz poprawiają się właściwości mechaniczne.

Wyróżnia się:

- **spiekanie w fazie stałej**, gdy wszystkie składniki pozostają w stanie stałym,
- **spiekanie z udziałem fazy ciekłej**, gdy jeden ze składników przechodzi w stan ciekły, ułatwiając transport masy.



Laboratorium Obróbki Ciepłej



Więcej ciekawych informacji znajdziesz w naszym **filmie**:

<https://www.youtube.com/watch?v=gkpFsh98Fmw>



...i **artykule** 👉 <https://pit.lukasiewicz.gov.pl/jak-feniks-z-proszku-o-metodzie-wytwarzania-produktow-z-proszkow-metali/>

Akademia Łukasiewicza

Sprawdź, co ciekawego dla Ciebie przygotowaliśmy



Instagram



Facebook



Strona



Łukasiewicz

Poznański Instytut Technologiczny

Dziękujemy za uwagę



Wydarzenie było współfinansowane ze środków budżetu państwa w ramach projektu „Akademia Łukasiewicza – Laboratorium Odkrywców” realizowanego w programie „Odkrywczy” ustanowionym przez Ministra Edukacji Narodowej.



pit.lukasiewicz.gov.pl