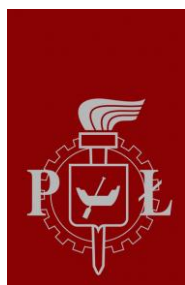


Imię i Nazwisko	Grupa dziekańska	Indeks	Ocena	Ocena
			(kol.wejściowe)	(sprawozdanie)
.....		
Ćwiczenie: MISW1			Podpis prowadzącego	



Politechnika Łódzka
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Materiałowej



LABORATORIUM

NAUKI O MATERIAŁACH

Blok 4: Materiały inżynierskie o specjalnych właściwościach

Ćwiczenie MISW1

Temat: Wytwarzanie i badanie właściwości materiałów spiekanych

Ćwiczenie składa się z dwóch części, z których:

- Pierwsza dotyczy praktycznego wykonania spiekanych materiałów inżynierskich (2 godz.).
- Druga dotyczy badań wybranych własności, wytworzonych w części pierwszej, spiekanych materiałów inżynierskich (2 godz.).

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z technologią metalurgii proszków oraz zbadanie właściwości wytworzonych elementów pod kątem ich zastosowania.

Cześć I (2 godziny).

Wstęp

Technologia wytwarzania elementów maszyn technologią metalurgii proszków przebiega w następujących operacjach:

1. Wytwarzanie proszku.
2. Mieszanie proszków (dodatki stopowe) ze środkiem poślizgowym (np. stearynian cynku).
3. Zagęszczanie.
4. Spiekanie.
5. Obróbka wykańczająca.

Najczęściej stosowane **metody wytwarzania proszków**:

1. Rozdrabnianie materiałów kruchych w młynach.
2. Rozpylanie.
3. Redukcja.
4. Elektroliza.

Mieszanie.

Dodatkiem stopowym mogą być proszki metalu, polimeru, C_{grafit} lub związki ceramiczne (cermetale).

Środek poślizgowy ma na celu zmniejszenie pracy zagęszczania, nie wpływając na właściwości wyrobu.

Mieszanie ma bardzo istotny wpływ na jakość wyrobu gotowego (jego niejednorodność).

Zagęszczanie.

- a) układ tradycyjny (matryca – stempel - prasa),
- b) izostatyczne (przy stałym ciśnieniu w odkształcalnej matrycy),
- c) udarowe (np. z użyciem materiałów wybuchowych),
- d) walcowanie, przeciąganie,
- e) wyciskanie,

Spiekanie.

Spiekanie prowadzi się w temperaturze niższej niż temperatura topnienia T najniższej topliwego składnika:

$$T_{\text{spiekania}} = (0,6 \div 0,8) T \quad [\text{K}]$$

Atmosfera musi być redukująca (tlenki na rozwiniętej powierzchni proszku) - wodorowa.

Możliwe jest także spiekanie z udziałem fazy ciekłej.

Obróbka wykańczająca.

- a) obróbka skrawaniem,
- b) kucie na zimno i na gorąco,
- c) nasączenie ciekłym metalem ,
- d) obróbka cieplna np.: hartowanie i odpuszczanie,
- e) nasycanie olejem lub polimerem,
- f) nakładanie powłok ochronnych,
- g) obróbka w parze wodnej.

Wyroby wytwarzane wyłącznie przy zastosowaniu technologii spieków:

1. *Elementy grzejne* pieców wysokotemperaturowych, elektrody wolframowe – W, Ta, M.
2. *Stopy ciężkie* na żyroskopy – W + Ni + Cu.
3. *Spieki twarde* - złożone ze związków ceramicznych w osnowie metalicznej –węgliki W, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Ti, Zr, azotki, borki, krzemiany.
4. *Materiały porowate:*
 - katalizatory - Pt, Ni, Fe, Cu,

- elektrody porowate w bateriach alkalicznych - Ni, Fe, Co,
- łożyska porowate, filtry, diafragmy – Cu, Fe, Sn, stale nierdzewne, stopy Fe, Pb, Sn, Al, Cu + Sn.

5. *Szczotki kolektorowe* - C grafit + Cu.

6. *Materiały cierne na okładziny hamulcowe* - tlenki, krzemiany, borki w osnowie metali o dobrej przewodności cieplnej.

7. *Rdzenie magnetyczne, ferryty* - Fe, złożone tlenki Fe, Li, Ba.

8. *Styki elektryczne* - W + Ag, Mo + Ag, Mo + Cu, W + Cu, W + Mo + tlenki.

9. *Oslony chłodzące na zasadzie parowania metalu* – W + Ag.

10. *Materiały i wyroby stosowane w przemyśle kosmicznym i jądrowym* - Re, Be, U, Zr.

Cechy materiałów spiekanych:

- wytworzenie materiałów wieloskładnikowych, trudnotopliwych o wysokiej czystości i jednorodności struktury,
- wytworzenie jednorodnych kompozycji ze składników nie tworzących stopów zgodnych z konwencjonalnymi układami równowagi fazowej,
- możliwość kontroli i regulacji wielkości ziarna,
- brak pasmowości struktury i związanej z tym anizotropii własności ,
- składnikiem strukturalnym są pory które można programowo różnicować pod względem udziału ilościowego, kształtu, wielkości, a następnie wypełniać składnikiem o określonych właściwościach i konsystencji.

Wykonanie ćwiczenia.

Elementy wytwarzane:

- spieki z różnych rodzajów proszków: wysuszone proszki żelaza, brązu, miedzi, aluminium oraz mieszaniny tych proszków, do proszków można dodać np. ok. 1% wag. proszku grafitowego przy zastosowaniu różnych sił prasowania.

Oprzętowanie laboratorium:

- prasowniki (matryca - stempel) do wykonania próbek Ø15 (pole powierzchni stempla wynosi 1,76 cm²),
- prasa o nacisku 30 ton,
- piec z atmosferą wodorową (lub bez atmosfery ochronnej) zakresie grzania do 1200°C,
- naczynia szklane do wykonania naważek,

- waga o dokładności 1g,
- suwmiarka,
- mikrometr o zakresie pomiarowym od 14 do 30 mm do badania średnic wyprasek przed i po spiekaniu,
- twardościomierz Vickersa,
- mikroskopy metalograficzne z programem METILO,

Plan wykonania części I ćwiczenia.

Praktyczne wykonanie kilku próbek materiałów spiekanych.

- obserwacja pod mikroskopem optycznym kształtu i pomiar wielkości ziaren stosowanych proszków,
- zapoznanie studentów z konstrukcją i głównymi wymiarami stosowanych prasowników,
- zapoznanie studentów z wykonanymi uprzednio mieszaninami proszków,
- dobór wielkości sił prasowania (różne siły) w celu zbadania wpływu ciśnienia prasowania na porowatości wytworzonych spieków,
- dobór temperatury spiekania,
- wykonanie odpowiednich naważek porcji proszków,
- wykonanie operacji prasowania - wykonuje laborant w obecności studentów,
- wykonanie pomiarów geometrii wyprasek przed spiekaniem,
- spiekanie w dobranej przez studentów temperaturze - dokonuje laborant w przerwie pomiędzy dwoma częściami bloku tematycznego.

Praca samodzielna studentów:

Sporządzenie przez każdego studenta notatek i dokumentacji (szkice i zdjęcia) z ww. etapów wykonania elementów spiekanych w zakresie niezbędnym do wykonania sprawozdania.

Cześć II (2 godziny)

Plan wykonania części II ćwiczenia.

Wykonanie badań wybranych własności wykonanych w części I próbek materiałów spiekanych:

- wykonanie pomiarów geometrii wyprasek po spiekaniu,
- wykonanie szlifów metalograficznych np. na przekroju prostopadłym lub równoległym do osi próbek - dokonuje laborant przy udziale studentów,
- wykonanie badań metalograficznych mikroskopowych na nietrawionych próbkach z użyciem programu METILO w celu oceny porowatości przy różnych siłach prasowania,
- wykonanie badań metalograficznych (mikroskop świetlny) na trawionych próbkach w celu oceny ich mikrostruktury (trawienie dokonuje laborant przy udziale studentów),
- wykonanie badań twardości i mikrotwardości w wybranych obszarach próbek – dokonuje laborant przy udziale studentów.

Praca samodzielna studentów:

Sporządzenie przez każdego studenta notatek i dokumentacji (szkice i zdjęcia) z ww. etapów badań spieków w zakresie niezbędnym do wykonania omówienia wyników badań i opracowania wniosków zamieszczonych w sprawozdaniu.

Studenci z obu części ćwiczenia wykonują jedno sprawozdanie.

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Opis czynności przy wykonywaniu próbek z uzasadnieniem doboru parametrów spiekania.
2. Wyniki badań oraz ich omówienie.
3. Wnioski.

Literatura:

1. J. Nowacki: Spieki metalowe. Wyd. PŁ. 1993.
2. W. Rutkowski: Projektowanie własności wyrobów spiekanych z proszków i włókien, PWN 1977.
3. J. Lis, R. Pampuch: Spiekanie, WNT AGH, 2000.

Wyniki badań

Materiał proszku:

Kształt ziaren proszku:

Szkic prasownika:

Obliczenie ciśnień prasowania:

	Średnica tłoka prasy d_t [mm]	Ciśnienie działające na tłok prasy p_t [bar]	Siła działająca na stempel prasownika F [N]	Średnica stempla prasownika d_s [mm]	Ciśnienie prasowania P [MPa]	Ciśnienie prasowania P [t/cm ²]
Próbka 1						
Próbka 2						
Próbka 3						

Obliczenia:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Parametry wyprasek:

	Masa m [g]	Średnica wypraski d [mm]	Wysokość wypraski h [mm]	Objętość wypraski V [cm ³]	Gęstość wypraski ρ_w [g/cm ³]	Stosunek gęstości ρ_w / ρ_t^*
Próbka 1						
Próbka 2						
Próbka 3						

* ρ_t – gęstość teoretyczna materiału proszku

Obliczenia:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Temperatura spiekania:

Pomiary twardości próbek po spiekaniu i oszacowanie ich porowatości (program METILO):

	Twardość przy krawędzi próbki [HV5]	Twardość w środku próbki [HV5]	Porowatość przy krawędzi próbki [%]	Porowatość w środku próbki [%]
Próbka 1				
Próbka 2				
Próbka 3				

Zdjęcia mikroskopowe (z krótkim opisem):

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....