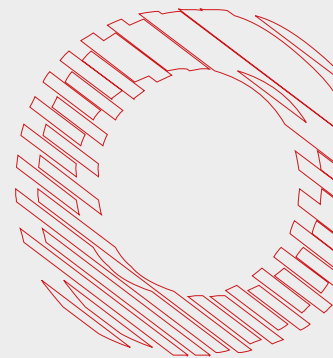


Sposób spiekania a właściwości wyrobów

Impact of sintering on microstructure and hardness



Justyna WENDLAND, Jacek BOROWSKI, Walerian MAJCHRZAK, Adam ADAMEK



NA SKRÓTY

W artykule opisano proces wytwarzania części konstrukcyjnych z proszków spiekanych stosowany w Instytucie Obróbki Plastycznej. Autorzy porównują właściwości części wykonanych według procesu opracowanego w Instytucie Obróbki Plastycznej z zastosowaniem dwóch różnych sposobów spiekania końcowo wstępnie spieczonych wyprasek.



ABSTRACT

The Impact of Sintering on Microstructure and Hardness. The following article describes the process of manufacturing PM parts as applied in the Metal Forming Institute, Poznan, Poland, in conjunction with Seco/Warwick. The authors compare the effect of different sintering methods on the microstructure and hardness of three sample parts.

Dynamiczny rozwój różnych gałęzi przemysłu wymusza zapotrzebowanie na nowe tworzywa konstrukcyjne i innowacyjne technologie. W ostatnich latach obserwujemy szybki rozwój dziedziny, jaką jest metalurgia proszków. Dzieje się tak szczególnie za sprawą przemysłu samochodowego oraz lotniczego. Według autorów pracy⁽¹⁾ obecnie około 70% światowej produkcji materiałów spiekanych znajduje zastosowanie właśnie w przemyśle motoryzacyjnym.

Główną zaletą nowych technologii wytwarzania wyrobów z zastosowaniem procesów metalurgii proszków jest możliwość opracowania określonego składu chemicznego materiałów proszkowych, jak również projektowanie własności fizycznych, mechanicznych i eksploatacyjnych wyrobów i półwyrobów.

Procesy te dają możliwość seryjnej i masowej produkcji części o skomplikowanych kształ-

tach, bez dodatkowych operacji obróbczych, z dużą dokładnością wymiarową, przy małej liczbie operacji technologicznych. Ze względu na dążenie do minimalizacji kosztów istotną zaletą tych technologii jest również niewielkie jednostkowe zużycie energii i prawie całkowite wykorzystanie materiału^(1, 2, 3).

Zakres badań - przygotowanie próbek do badań

W Instytucie Obróbki Plastycznej w Poznaniu przeprowadzono badanie technologii wytwarzania wyrobów metodą jednoetapowego kształtowania plastycznego przedstawioną schematycznie na rys. 1. Wszystkie próbki do badań wykonano z mieszanki proszkowej opracowanej w Instytucie Obróbki Plastycznej w Poznaniu na bazie proszku Astaloy Mo firmy Höganäs ze Szwecji.

mgr inż. Justyna WENDLAND,
dr inż. Jacek BOROWSKI,
mgr inż. Walerian MAJCHRZAK
są pracownikami
Instytutu Obróbki Plastycznej
w Poznaniu,
mgr inż. Adam ADAMEK
jest pracownikiem
firmy Seco/Warwick



Rys. 1. Technologia wytwarzania wyrobów z proszków spiekanych w jednej operacji kształtowania plastycznego

Proces wytwarzania części konstrukcyjnych z proszków spiekanych wg tej technologii rozpoczynał się sprasowaniem w matrycy odpowiednio przygotowanej mieszanki proszkowej. Zgodnie z przyjętym procesem technologicznym tak wykonane wypraski były z kolei wstępnie spiekane. Celem tego procesu było wstępne scalenie wyprasek oraz usunięcie środka smarnego z objętości próbki. Tak przygotowane próbki zostały poddane procesowi spiekania końcowego.

Celem badań było określenie wpływu sposobu spiekania końcowego na strukturę i własności próbek. Jedną część próbek spiekano tradycyjnym sposobem spiekania w atmosferze endotermicznej z gazu ziemnego w piecu tunelowym. Druga partia próbek została poddana procesowi spiekania w piecu próżniowym typu VPT firmy Seco/Warwick (rys. 2). Tak przygotowane próbki poddawane były tylko wibroobróbce lub obróbce cieplno-chemicznej i wibroobróbce. Obróbka luźnym ścierniwem stosowana jest w celu zaokrąglenia ostrych krawędzi próbek oraz oczyszczania ich z osadów powstałych w trakcie spiekania. Obróbkę cieplno-chemiczną stosuje się w celu zmiany własności warstwy wierzchniej próbek.



Rys. 2. Przemysłowy piec próżniowy typu VPT firmy Seco/Warwick

Metodyka badań

Do badań wykonano 3 typoszeregi próbek: klin $\varnothing 5$, klin $\varnothing 7$ i pierścien krzywkowy (rys. 3). Próbkę sprasowano i spieczono wstępnie przy tych samych parametrach. Następnie próbki podzielono na dwie partie. Partię I spiekano w piecu tunelowym w atmosferze endotermicznej. Partię II spiekano w piecu próżniowym typu VPT o wymiarach przestrzeni roboczej 400 x 400 x 600 mm.

Piec tego typu jest najczęściej wykorzystywany do obróbki cieplno-chemicznej (nawęglanie próżniowe), procesów hartowania, odpuszczania, lutowania oraz wyżarzania. Ze względu na swoją uniwersalność można w nim z powodzeniem wykonywać procesy spiekania, dzięki zastosowaniu grafitowej komory grzejnej umożliwiającej nagrzewanie do temperatury 1350°C. Płaskie szerokie elementy grzejne umożliwiają uzyskanie równomiernego rozkładu temperatury podczas nagrzewania, co dodatkowo poprawia wyniki procesu spiekania. Specjalny obwodowy system chłodzenia gazem obojętnym pomaga chłodzić wsad z pełną kontrolą, umożliwiając w ten sposób zmniejszenie i regulację powstających odkształceń obrabianych części. Wraz z wydajnym systemem pompowym oraz nowoczesnym systemem sterowania pieca próżniowego typu VPT cały proces spiekania trwał tylko około 3 godz. 20 min. (rys. 4).



a)



b)

Rys. 3. Zdjęcia próbek przygotowanych do badań:
a) próbki typu klin; b) próbki typu pierścieni krzywkowych

Wyniki badań

Próbki typu klin $\varnothing 5$, klin $\varnothing 7$ oraz pierścieni krzywkowy, wykonane zgodnie z opisaną technologią opracowaną w Instytucie, obserwowano za pomocą mikroskopu świetlnego Nikon Eclipse L150 na przygotowanych zglądach metalograficznych. Wybrane wyniki badań przedstawiono na rys. 5-7. Dla obydwu sposobów spiekania końcowego zaprezentowano zdjęcia wykonane w tych samych obszarach próbek.

Próbki poddano także badaniom twardości na twardościomierzu Future Tech FR-3e w skali HRA. Wyniki zestawiono w tabeli 1.

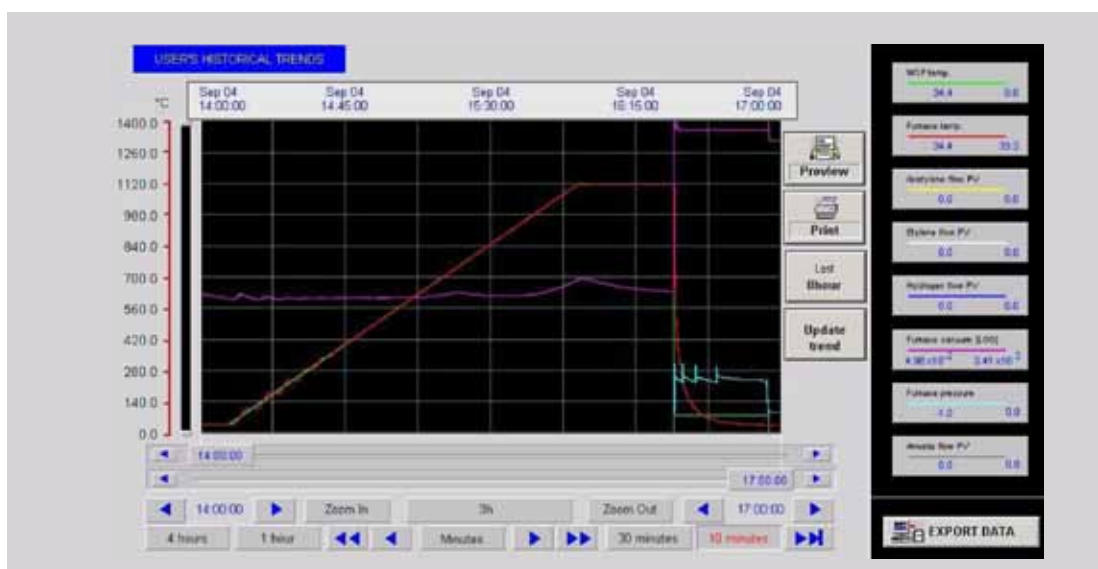
Rodzaj próbki	Klin 5		Klin 7		Pierścieni krzywkowy	
	endotermiczna	próżnia	endotermiczna	próżnia	endotermiczna	próżnia
I.p.	Twardość, HRA					
1	38,9	35,4	42,6	44,3	43,9	46,3
2	38,1	37,9	43,3	46,2	45,7	40,8
3	35,9	36,1	45,0	42,5	44,1	43,9
4	38,3	38,7	46,5	43,5	45,4	44,6
średnia	37,8	37,0	44,3	44,1	44,7	43,9

Tabela 1. Twardość próbek po spiekaniu końcowym

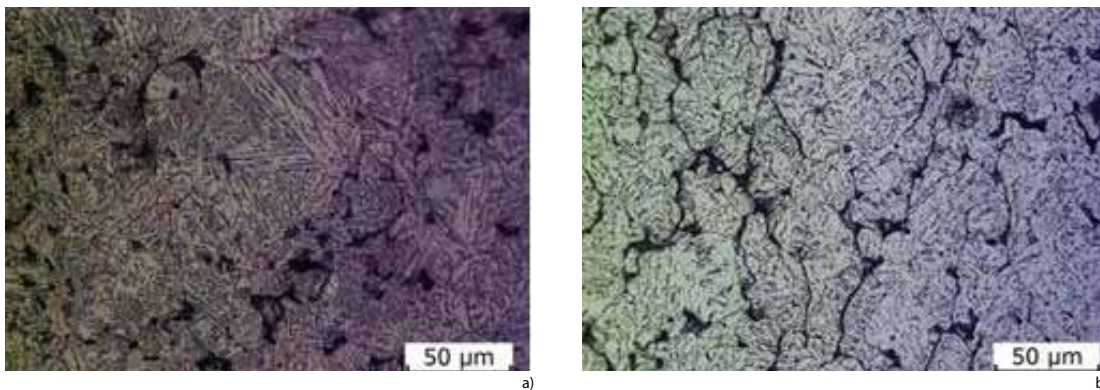
Następnie próbki po spiekaniu końcowym w piecu tunelowym oraz w piecu próżniowym typu VPT poddano obserwacjom metalograficznym oraz badaniom twardości w skali HRA.

Na każdym etapie wytwarzania próbki poddawano kontroli wymiarowej.

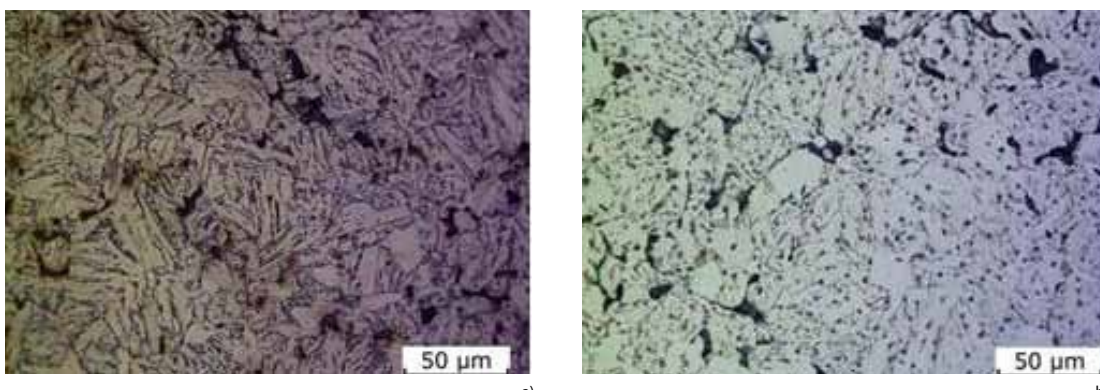
Analiza kart wymiarowych próbek po poddaniu obydwu sposobom spiekania końcowego wykazała, że rodzaj zastosowanego spiekania końcowego nie wpływa na wymiary próbek. W obydwu przypadkach mieszczą się one w żądanych tolerancjach wymiarowych.



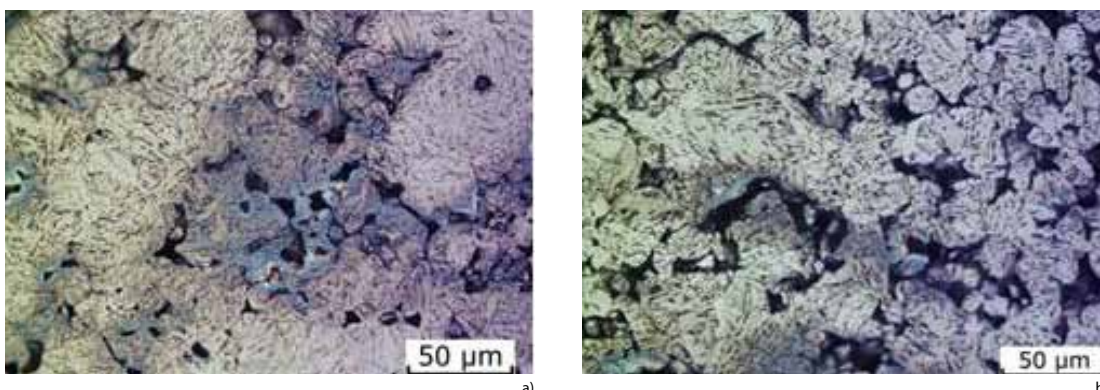
Rys. 4. Przebieg procesu spiekania końcowego w piecu próżniowym typu VPT



Rys. 5 Obrazy obserwacji metalograficznej trawionych próbek typu klin Ø5: a) obraz próbki spiekanej w atmosferze endotermicznej w piecu tunelowym, b) obraz próbki spiekanej w piecu próżniowym VPT.



Rys. 6 Obrazy obserwacji metalograficznej trawionych próbek typu klin Ø7: a) obraz próbki spiekanej w atmosferze endotermicznej w piecu tunelowym, b) obraz próbki spiekanej w piecu próżniowym VPT.



Rys. 7 Obrazy obserwacji metalograficznej trawionych próbek typu pierścień krzywkowy: a) obraz próbki spiekanej w atmosferze endotermicznej w piecu tunelowym, b) obraz próbki spiekanej w piecu próżniowym VPT.

Analiza wyników i wnioski

Przeprowadzone badania wpływu sposobu spiekania końcowego próbek proszkowych, spiekanych w atmosferze endotermicznej w piecu tunelowym oraz spiekanych w piecu próżniowym typu VPT, na ich strukturę i twardość dla 3 typoszeregów próbek (klin Ø5, klin Ø7, pierścień krzywkowy) wykazały:

- 1) Próbkę w obu wariantach spiekania wykazują taką samą strukturę oraz porównywalną twardość.
- 2) Sposób spiekania nie wpływa również na dokładność wymiarową wytwarzanych próbek.

W każdym typoszeregu próbek (klin Ø5, klin Ø7, pierścień krzywkowy) zachowane są żądane tolerancje wymiarowe.

- 3) Dla przebadanych 3 typoszeregów próbek, wytworzonych z mieszanki proszkowej opracowanej w Instytucie na bazie Astaloy Mo firmy Höganäs, spiekanie końcowe w atmosferze endotermicznej oraz w próżni można stosować zamiennie.

źródło: International Powder Metallurgy Directory, www.ipmd.net

Pracę zrealizowano w ramach działalności statutowej finansowanej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego: NM 901 21 000 - Zastosowanie nanotechnologii i nanocząstek do wytwarzania spieków o niskim współczynniku tarcia.

LITERATURA
 (1) Romański A., Motyka M.: Zastosowanie technologii metalurgii proszków w przemyśle samochodowym. XXXI Szkoła Inżynierii Materiałowej Kraków-Krynica 7-10. X. 2003, s. 315-322.
 (2) Szczepanik S.: Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2003r.
 (3) Wiśniewska-Weinert H., Leszczyński V., Stojanov A. (i in.). Praca niepublikowana wykonana w ramach badań własnych, 2003r.