



⑤④ Sposób infiltracji i łączenia materiałów infiltrowanych ze stopami metali,
zwłaszcza odkształcalnymi plastycznie

④③ Zgłoszenie ogłoszono:
12.12.1994 BUP 25/94

④⑤ O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.01.1997 WUP 01/97

⑦③ Uprawniony z patentu:
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica, Kraków, PL

⑦② Twórca wynalazku:
Jan Richert, Kraków, PL

⑦④ Pełnomocnik:
Adamek-Obłąkowska Maria, Akademia
Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

⑤⑦ 1. Sposób infiltracji i łączenia materiałów infiltrowanych ze stopami metali, zwłaszcza odkształcalnymi plastycznie, polegający na wykorzystaniu obróbki plastycznej stopu w stanie półciekłym, **znamienny tym**, że infiltracji i łączenia materiału infiltrowanego (6) ze stopem odkształcanym plastycznie (8) dokonuje się jednocześnie w końcowym okresie obróbki plastycznej stopu w temperaturze wyższej od solidusu a mniejszej od likwidusu, przy czym fazę ciekłą stopu (9) skumulowaną na nie obciążonej powierzchni stopu odkształcanego plastycznie (8) infiltruje się do materiału porowatego (6) korzystnie bezpośrednim naporem stopu odkształcanego plastycznie (8), a po całkowitym wciśnięciu skumulowanej fazy ciekłej stopu (9) dokonuje się doprasowania, w którym łączy się stop odkształcany plastycznie (8) z porowatym materiałem (6) nasyconym fazą ciekłą stopu odkształcanego plastycznie (8).

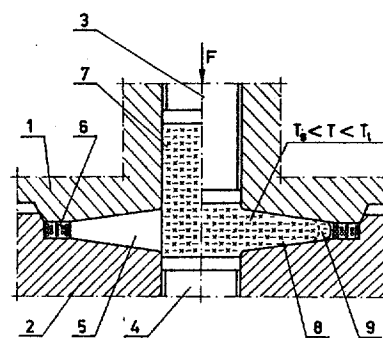


Fig. 1

Sposób infiltracji i łączenia materiałów infiltrowanych ze stopami metali, zwłaszcza odkształcalnymi plastycznie

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób infiltracji i łączenia materiałów infiltrowanych ze stopami metali, zwłaszcza odkształcalnymi plastycznie, polegający na wykorzystaniu obróbki plastycznej stopu w stanie półciekłym, **znamienny tym**, że infiltracji i łączenia materiału infiltrowanego (6) ze stopem odkształcanym plastycznie (8) dokonuje się jednocześnie w końcowym okresie obróbki plastycznej stopu w temperaturze wyższej od solidusu a mniejszej od likwidusu, przy czym fazę ciekłą stopu (9) skumulowaną na nie obciążonej powierzchni stopu odkształcanego plastycznie (8) infiltruje się do materiału porowatego (6) korzystnie bezpośrednim naporem stopu odkształcanego plastycznie (8), a po całkowitym wciśnięciu skumulowanej fazy ciekłej stopu (9) dokonuje się doprasowania, w którym łączy się stop odkształcany plastycznie (8) z porowatym materiałem (6) nasyconym fazą ciekłą stopu odkształcanego plastycznie (8).

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ciekły środek infiltrujący (9) uzyskuje się ze stopu odkształcanego plastycznie (8) w ściskającym stanie naprężenia w temperaturze zapewniającej 25-50% fazy ciekłej stopu.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób infiltracji i łączenia materiałów infiltrowanych ze stopami metali, zwłaszcza odkształcalnymi plastycznie, który może znaleźć zastosowanie przy wytwarzaniu wyrobów dwu i wieloczęściowych, metalowych i metalowo-ceramicznych takich jak wyroby i materiały narzędziowe, łożyskowe, części turbin, elektrod do zgrzewania oporowego, podkładek dylatacyjnych do półprzewodnikowych elementów mocy oraz styków elektrycznych będących kompozytami wzmocnionymi włóknami węglowymi.

Kompozytowe materiały narzędziowe, łożyskowe i elektrotechniczne w przeważającej większości wytwarzane są łącznie z innym materiałem, metalem lub stopem, stanowiącym ich obsadę nośną. W znanych sposobach, przedstawionych między innymi w polskim opisie patentowym nr 93 026, oddzielnie wytwarza się obsadę nośną i oddzielnie półfabrykat z materiału kompozytowego, zawierający na ogół bardzo drogie składniki w postaci proszków lub włókien metalowych i ceramicznych. W produkcji narzędzi diamentowych przeprowadza się infiltrację części roboczej zawierającej kryształy diamentu umieszczone w spoiwie wykonanym z proszku metalowego metodą wstępnego naprasowania infiltratu będącego proszkiem metalu na kształtki półfabrykatów narzędzi diamentowych oddziaływaniem termicznym, w temperaturze wyższej od temperatury topliwości infiltratu o 373 K do 393 K.

W wielu przypadkach oddzielność wytwarzania poszczególnych części wiąże się nie tylko ze znaczną pracochłonnością wytwarzania wieloczęściowych wyrobów, ale także z niską wytrzymałością i jakością części łączonych.

Znany sposób infiltracji wymuszonej polega na tym, że najpierw wykonuje się kształtki z materiału porowatego, złożonego z różnych proszków lub włókien metalowych i ceramicznych. Z kolei metal lub stop przeznaczony do infiltracji materiału porowatego stapia się, a następnie ciśnieniem obojętnego gazu ciekły metal lub stop włacza się do przygotowanej wcześniej kształtki. Ciecz penetruje całą objętość kształtki, wypełniając wszystkie wolne przestrzenie pomiędzy proszkami lub włóknami.

Z polskiego opisu patentowego nr 100 064 znany jest sposób oparty na procesie obróbki plastycznej, w myśl którego części wyjściowe, wewnętrzną i zewnętrzną, umieszcza się w gnieździe matrycy odwzorowującej kształty przyszłego zespołu, po czym na co najmniej jedną

z tych części wywiera się nacisk lub/oraz uderzenie lub uderzenia wywołujące jej trwałe plastyczne odkształcenia.

Istota sposobu, według wynalazku, polega na tym, że dwa procesy, infiltracji i łączenia materiału infiltrowanego ze stopem odkształcanym plastycznie wykonuje się jednocześnie w końcowym okresie obróbki plastycznej stopu w temperaturze wyższej od solidusu a mniejszej od likwidusu. Fazę ciekłą stopu skumulowaną na nieobciążonej powierzchni stopu odkształcanego plastycznie infiltruje się do materiału porowatego bezpośrednim naporem stopu odkształcanego plastycznie. Po całkowitym wciśnięciu skumulowanej fazy ciekłej stopu dokonuje się doprasowania, w którym łączy się stop odkształcany plastycznie z porowatym materiałem nasyconym fazą ciekłą stopu odkształcanego plastycznie. Ciekły środek infiltrujący uzyskuje się ze stopu odkształcanego plastycznie w ściskającym stanie naprężenia w temperaturze zapewniającej 20-50% fazy ciekłej stopu.

W wynalazku tym wykorzystuje się efekt kumulacji nadmiernej ilości fazy ciekłej na zewnątrz stopu odkształcanego plastycznie w stanie półciekłym w ściskającym stanie naprężenia. Zjawisko takie zachodzi wówczas, gdy ilość fazy ciekłej odkształcanego stopu jest wyższa od 20%.

W zależności od grubości materiału infiltrowanego niezbędna ilość fazy ciekłej zmienia się. Zalecana ilość 25% odnosi się do materiału cienkowiekowego, a 50% do grubowiekowego. Wynika to stąd, że około 20% cieczy nie wypływa na zewnątrz lecz zostaje zamknięta pomiędzy odkształconymi ziarnami fazy stałej.

Ponad 20% nadmiar fazy ciekłej jest zaletą, gdyż skumulowana na zewnątrz ciecz zostaje w całości wchłonięta przez materiał porowaty w wyniku procesu infiltracyjnego wymuszonego bezpośrednim naporem stopu odkształcanego.

Końcowe doprasowanie, związane ze zwiększeniem sił zewnętrznych, pozwala na dalszą dokładną infiltrację materiału porowatego oraz zapewnia dokładne dopasowanie geometryczne powierzchni ziarn fazy stałej z porowatą powierzchnią materiału infiltrowanego. W konsekwencji po skryształizowaniu fazy ciekłej, zawartej w zamkniętych kanalikach pomiędzy odkształconymi plastycznie ziarnami fazy stałej oraz w porach materiału infiltrowanego, otrzymuje się trwałe połączenie obydwu części. W złączu tworzą się liczne mostki o strukturze ciągłej, nie wykazującej wyraźnej granicy podziałowej pomiędzy łączonymi częściami.

Zaletą sposobu, według wynalazku, jest możliwość infiltracji materiałów charakteryzujących się nie tylko niską zwilżalnością ale także porowatością. Osiąga się to dzięki znacznemu naporowi odkształcanego stopu na skumulowaną fazę ciekłą, wywołującemu wysokie ciśnienie infiltracyjne. Pracochłonność wytwarzania dwu i wieloczęściowych wyrobów ulega zmniejszeniu a jednocześnie zwiększa się wytrzymałość łączonych części.

Sposób infiltrowania i łączenia materiału infiltrowanego ze stopami metali ilustruje rysunek, na którym fig. 1 - przedstawia w przekroju osiowo-wzdłużnym rozmieszczenie materiałów wyjściowych przed rozpoczęciem procesu wyciskania promieniowego (lewa strona) i przebieg procesu wyciskania promieniowego stopu w stanie półciekłym do chwili rozpoczęcia procesu infiltracji (prawa strona), a fig. 2 - szczegół złącza po zakończeniu procesów infiltracji i łączenia stopu odkształcanego z materiałem infiltrowanym.

Celem otrzymania dwuczęściowego wyrobu za pomocą procesu wyciskania promieniowego wykonuje się zestaw narzędzi złożony z czterech głównych elementów: matrycy górnej 1 i dolnej 2, stempla 3 oraz wypychacza 4. Zamknięta przestrzeń znajdująca się pomiędzy tymi elementami tworzy wykrój matrycowy 5. Do niego wprowadza się dwa różne materiały wyjściowe: pierwszy w postaci pierścieniowej wypraski proszkowej 6, a drugi w postaci odcinka walcowego 7 wykonanego ze stopu odkształcanego plastycznie. Wypraskę 6 wykonuje się z mieszaniny proszków metodą prasowania na zimno. W przykładzie wykonania narzędzia ściernego skład tej mieszaniny jest następujący: 70% węgla wolframu (WC), 10% kobaltu (Co) i 20% ścierniwa diamentowego. Drugi materiał wyjściowy 7, przeznaczony na obsadę nośną kompozytu proszkowego 6, wykonuje się z wysokowytrzymałego stopu PA6 (AlCu4MgSi). Temperaturę procesu odkształcania plastycznego stopu w stanie półciekłym T, zapewniającą niezbędną ilość fazy ciekłej do wypełnienia wszystkich porów wypraski proszkowej 6, dobiera się w czasie pierwszych prób doświadczalnych. Bezpośrednio przed rozpoczęciem procesu cały

zestaw narzędziowy wraz z materiałami wyjściowymi 6 i 7 znajdującymi się w wykroju matrycowym 5, nagrzewa się do temperatury $T=879$ K, to jest wyższej od solidusu stopu PA6 ($T_s=787$ K) i mniejszej od likwidusu ($T_l=918$ K).

Za pomocą pionowej prasy hydraulicznej na stempel 3 wywierana jest siła F , w wyniku której poruszający się stempel 3 realizuje odkształcenie plastyczne stopu 8 w stanie półciekłym w ściskającym stanie naprężenia. Stan taki osiąga się dzięki zwężającej się przestrzeni wykroju matrycowego 5. Nadmiar fazy ciekłej, występującej pomiędzy ziarnami fazy stałej stopu, wypływa na zewnątrz. Wskutek tego na nie nieobciążonej powierzchni stopu 8 odkształcanego plastycznie tworzy się warstwa fazy ciekłej stopu 9. Kontynuacja procesu wyciskania promieniowego po całkowitym wypełnieniu wolnej przestrzeni wykroju matrycowego 5 wymusza infiltrację fazy ciekłej do wypraski proszkowej 6. Po całkowitym wciśnięciu fazy ciekłej 9 dokonuje się doprasowania odkształconego stopu 8 przez chwilowe zwiększenie siły F wywieranej na stempel 3. W tym okresie następuje dokładne dopasowanie geometryczne powierzchni stykowej pomiędzy porowatą wypraską 6 a ziarnami fazy stałej stopu odkształconego plastycznie 8. Po zwolnieniu siły F i odsunięciu matrycy górnej 1 i stempla 3 oraz skryształowaniu fazy ciekłej następuje trwałe połączenie wypraski proszkowej 6 z obsadą nośną 8 ukształtowaną plastycznie w stanie półciekłym. Gotowy wyrób dwuczęściowy wyjmuje się z matrycy dolnej 2 za pomocą wypychacza 4.

Sposób według wynalazku, może być z powodzeniem stosowany do wytwarzania wyrobów zespolonych z większej liczby części niż w przedstawionym przykładzie wykonania. Części te mogą być rozmieszczone nie tylko na obwodzie zewnętrznym, ale także wewnętrznym, gdy do procesu użyje się materiału wyjściowego ze stopu o kształcie rurowym. Stopami odkształcanymi i zarazem infiltrującymi, mogą być dowolne stopy, a zwłaszcza stopy: miedzi, srebra i cynku.

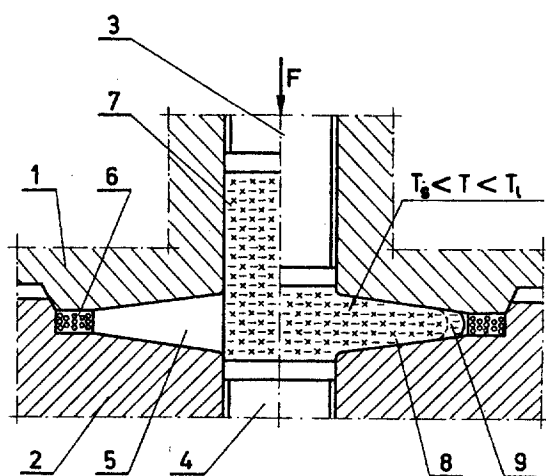


Fig. 1

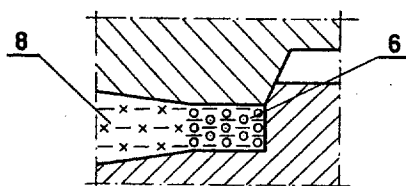


Fig. 2