

ZASTOSOWANIE URZĄDZEŃ TRANSPORTU PNEUMATYCZNEGO DO WYTWARZANIA ODLEWÓW KOMPOZYTOWYCH ZBROJONYCH CZĄSTKAMI DYSPERSYJNYMI

Józef GAWROŃSKI, Mirosław CHOLEWA, Krzysztof JANERKA, Jan SZAJNAR,
Katedra Odlewnictwa, Politechnika Śląska
44-100 Gliwice, ul. Towarowa 7

STRESZCZENIE

W pracy omówiono wybrane technologiczne aspekty wprowadzania cząstek zbrojących do ciekłej, metalicznej osnowy kompozytu za pomocą strumienia gazu nośnego. Przedstawiono elementy konstrukcji stanowiska badawczego oraz parametry techniczne strumienia gazu na przykładzie argonu. Wyznaczono technologiczne zakresy zmienności czynników wytwarzania odlewów kompozytowych oraz omówiono wyniki przeprowadzonych badań eksperymentalnych

1. WPROWADZENIE

Prezentowane wyniki badań oraz perspektywy ich rozwoju uzyskano na podstawie analizy danych literaturowych [1÷5] oraz doświadczeń własnych autorów [6÷8]. Celem pracy było określenie przydatności oryginalnej, własnej metody wdmuchiwania cząstek zbrojących do kąpieli metalowej eutektycznego stopu aluminium - krzem AK11. Poddano ocenie wpływ dodatku zbrojącego SiC, Al₂O₃ i SiO₂ na makrostrukturę odlewanego kompozytu zbrojonego cząstkami dyspersyjnymi. Badania wykonano dla kompozytów zawierających do 3% cząstek zbrojących o różnych właściwościach cieplno-chemicznych. Zakres badań obejmował także analizę przepływowych wielkości strumienia dwufazowego przy wdmuchiwaniu cząstek zbrojenia do ciekłego aluminium. Cząstki zbrojące w osnowie oddziałują fizycznie oraz chemicznie wpływając na właściwości technologiczne i użytkowe kompozytu. Istotne czynniki to między innymi: ilość (udział masowy, powierzchnia rozwinięcia, ziarnistość) zbrojenia, gęstość masy komponentów, czas ich kontaktu, temperatura faz, charakterystyczne ciśnienia i przepływy).

2. BADANIA EKSPERYMENTALNE

Jednym z czynników wpływających na prawidłowy przebieg tworzenia materiału kompozytowego jest odpowiednio dobra zwilżalność komponentów. Materiały użyte w badaniach jako cząstki zbrojące cechują się niekorzystną zwilżalnością. Elementem procesu

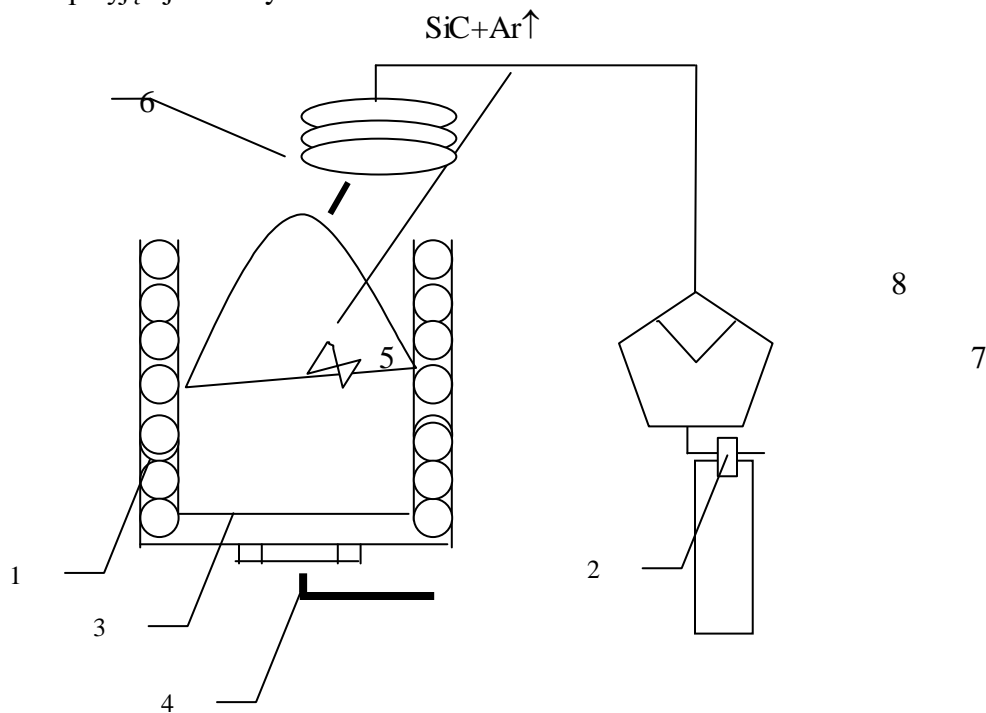
wytwarzania, który ułatwia zwilżanie jest zastosowanie aktywatora zjawisk powierzchniowych. Przygotowanie dyspersoidu (tj. SiO_2 , Al_2O_3 , SiC) obejmuje:

1. Przesiewanie na zestawie sit.
2. Mieszanie węgliku krzemu, tlenku aluminium i krzemionki z roztworem substancji powierzchniowo czynnej w temperaturze $120\text{ }^\circ\text{C}$
3. Suszenie z prażeniem

W próbach technologicznych ciśnienie gazu nośnego przyjęto równe $0,2\text{ [MPa]}$, maksymalna temperatura ciekłego stopu w chwili wdmuchiwania cząstek zbrojących wynosiła $740\text{ [}^\circ\text{C]}$, temperatura cząstek zbrojących wynosiła $350\text{ [}^\circ\text{C]}$. Piec w chwili wdmuchiwania cząstek SiC pozostawał wyłączony. Kompozyt mieszano za pomocą argonu przy jednoczesnym mechanicznym wspomaganiu za pomocą mieszadła (*Rysunek 1*)

Zaobserwowane efekty:

1. Cząstki zbrojące SiC przed kontaktem ze stopem, przemieszczają się za pomocą gazu nośnego. Ustalono prędkość strumienia dwufazowego w specjalnie zaprojektowanej spirali z łańcuchem. Uzyskano równomierne nagrzewanie argonu wraz z cząstkami zbrojącymi do temperatury ponad $350\text{ }^\circ\text{C}$
2. Obserwacja metalograficzna kompozytu pod mikroskopem potwierdziła właściwą skuteczność przyjętej metody



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego do wytwarzania kompozytów w stanie ciekłym: 1.-tygiel, 2-zawór gazu, 3-cieklą osnowa, 4-zatyczka, 5-mieszadło ramkowe, 6- łańcuch w kształcie spirali, 7-podajnik komorowy, 8-lejek zasypowy.

Dobrano optymalne parametry pracy pieca i podajnika komorowego,

- natężenie prądu wzbudzenia- $I=2,4\text{ [A]}$,
- moc grzewcza cewki - $P=30-40\text{ [kW]}$,
- napięcie - $V= 500\text{ [V]}$,
- częstotliwość- $f= 800\text{ [Hz]}$,

Parametry przemieszczania strumienia dwufazowego (Ar+dyspersoid) łańcuchem niezanurzonym:

- natężenie przepływu gazu (argonu) $V_g= 0,00013\div 0,00030\text{ [kg/s]}$,

- natężenie przepływu materiału $m_c = 0.005 \div 0.016$ [kg/s],
- stężenie masowe materiału $\mu = 17 \div 45$ [kg/kg],
- prędkość mieszanki na wylocie $w = 12 \div 40$ [m/s],
- średnica wewnętrzna lancy $d = 5$ [mm],
- ciśnienie zasilania argonem $P_1 = 0.3$ [MPa],
- ciśnienie argonu w podajniku $P_2 = 0.05$ [MPa].

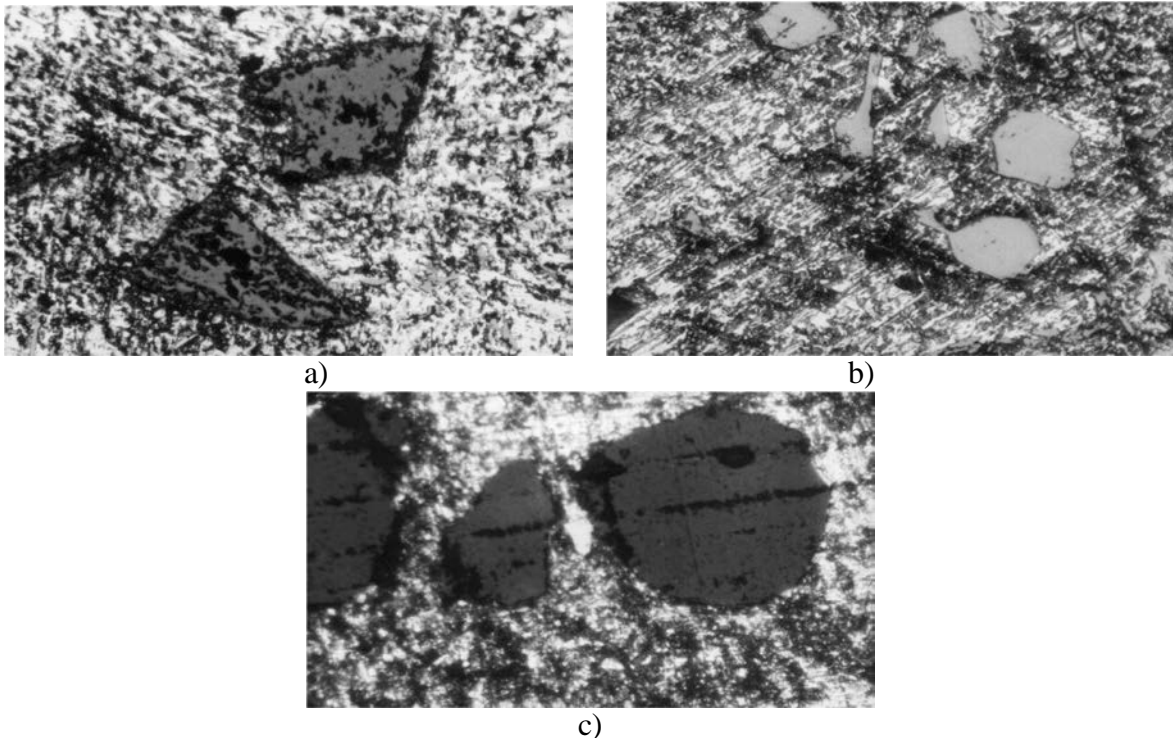
Pozostałe parametry przyjęte w dalszych badaniach:

- wielkość ziarna $d_n = 117, 331, 96$ [μm] dla cząstek - odpowiednio SiC; SiO₂; Al₂O₃,
- ilość i rodzaj substancji powierzchniowo czynnej 0.35% w stosunku do masy kompozytu; aktywator stanowiły związki boru i sodu.

3. ANALIZA METALOGRAFICZNA.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji mikroskopowych stwierdzono:

- osnowę kompozytu stanowi roztwór α krzemu w aluminium, z widocznymi kryształami krzemu pierwotnego,
- widoczne poprawne zwilżanie cząstek metaliczną osnową,
- rozdrobienie pierwotnych ziaren krzemu (-efekt zbliżony do modyfikacji) w pobliżu cząstek zbrojących,
- widoczne nieciągłości w pobliżu ziaren mogą świadczyć o niepełnym zwilżeniu lub są spowodowane korozją na granicy kontaktu wywołaną czynnikiem trawiącym (Rysunek 2,3 i4), lub też są wynikiem wykruszania ziaren zbrojenia na skutek szlifowania próbek. Możliwe jest także niekorzystne działanie termicznego szoku podczas tworzenia kompozytu.



Rys. 2 . Mikrografia przedstawiająca strukturę kompozytu zawierającego 3% a) SiC, b) Al₂O₃, c) SiO₂ (powiększenie 360 razy).

4. WNIOSKI:

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono:

- 1) Zastosowanie systemu transportu pneumatycznego ze spiralną lancą, mające na celu podgrzanie wdmuchiwanym cząstek i gazu, pozwala na uzyskanie właściwych parametrów pracy zapewniających pożądaną jakość kompozytów.
- 2) W badanym zakresie wyznaczono technologiczne czynniki wytwarzania z użyciem wdmuchiwania komponentów zbrojących bezpośrednio z nad powierzchni lustra metalu osnowy.
- 3) Praktycznie zweryfikowano metodę wytwarzania kompozytu techniką wdmuchiwania dyspersoidu do ciekłej osnowy. Metodę należy polecić do stosowania szczególnie dla wielkogabarytowych odlewów kompozytowych.

LITERATURA

1. Hu C., Xin H., Baker N.; Laser processing of aluminium AA6061 alloy involving injection of SiC particulate. *Journal of Materials Science*, 30, 1995 p. 5985-5990.
2. Mohanty P.S., Samuel F.H., Gruzleski J.E.; Studies on Addition of Inclusion to Molten Aluminium Using a Novel Technique. *Metalurgical and Materials Transactions B*, 26 B Feb. 1995 p. 103-109.
3. Hou Q., Mutharasan R., Koczek M.; Formation of Aluminium Nitride-Aluminium Composites via Magnesium Nitride Displacement Reaction. *The Minerals, Metals & Materials Society*, 1995 p. 45-55.
4. Park Ch. S., Kim M. H.; Mikrostruktura i właściwości mechaniczne kompozytów macierzy metalowej wzmocnionej cząstkami SiC_p wytworzonych metodą formowania przez rozpylenie. Konferencja: The Second Asian Foundry Congress, Kitakyushu, 24-25 Oct. 1994 p. 255-265.
5. Gupta M., Mohamed F., Lavernia E.; Mikrostrukturalna ewolucja i właściwości mechaniczne kompozytów macierzy metalowej wzmocnionej cząstkami SiC/Al₂O₃ wytworzonych metodą rozpylenia. *Journal of Materials Science*, 28, 1993 p. 2245-2259.
6. Janerka K.; Nawęglanie ciekłych stopów żelaza za pomocą urządzeń pneumatycznych. Praca doktorska, Gliwice 1995 r.
7. Cholewa M., Gawroński J., Szajnar J., Aluminium - SiC Ceramic Particles Composites. The Technology of Shape Composites Production, *Proceedings of the IV Confer. CADCOMP'94*, 4-6.07.1994. Wessex Institute of Technology, University Portsmouth, Southampton 1994, p.321-328
8. Cholewa M., Gawroński J., Szajnar J., Phenomena in transition zone between components of grafito-aluminum composite, *Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji*, vol. 15, nr 1, 1995, s. 24-32

APPLICATION OF PNEUMATIC TRANSPORT INSTALLATIONS FOR DISPERSION PARTICLES REINFORCED COMPOSITE CASTINGS PRODUCTION

SUMMARY

In the present elaboration, there were discussed selected technological aspects of reinforcing particles insertion to the liquid metallic matrix of composite by employing the stream of the gaseous carrier. There were discussed constructional components of the research work stand as well as technical parameters of the inert gas stream on the example of argon. There were determined technological ranges of variations of factors concerning the composite casts manufacturing as well as were discussed results of carried out experimental researches.