

WPLYW CHŁODZENIA KOKILI MGŁĄ WODNĄ NA KINETYKĘ PROCESÓW CIEPLNYCH, MORFOLOGIĘ KRYSZTAŁIZUJĄCYCH FAZ I WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE ODLEWÓW KOKILOWYCH Z SILUMINÓW NADEUTEKTYCZNYCH

Autor: Artur Kozuń 800506

W pracy przedstawiono wpływ chłodzenia kokili mgłą wodną na kinetykę procesów cieplnych, morfologię krystalizujących faz i właściwości mechaniczne odlewów kokilowych z siluminów nadeutektycznych.

Przedstawione wyniki badań dotyczą poprawy właściwości odlewów z siluminów nadeutektycznych poprzez oddziaływanie na proces krzepnięcia ciekłego stopu odlewanego grawitacyjne w formie kokilowej. Oddziaływanie odbywało się za pomocą aplikacji mgły wodnej na ściankę kokili podczas stygnięcia stopu. Mgła wodna jest wysoko wydajnym czynnikiem, odbierającym ciepło od odlewu poprzez ściankę kokili, co powoduje skrócenie czasu krzepnięcia.

Badania przeprowadzono w kokili odlanej ze stopu aluminium, zaprojektowanej optymalnie pod kątem efektywnej aplikacji mgły wodnej. W celu dokładniejszej rejestracji temperatury podczas szybkozmiennych procesów cieplnych, zachodzących w krzepnącym stopie opracowano metodę ATD-IR, będącą rozwinięciem konwencjonalnej metody analizy termicznej derywacyjnej. Zastąpienie termoelementu kamerą termowizyjną, pozwoliło na dziesięciokrotne zwiększenie częstotliwości pomiaru i przede wszystkim umożliwiło przeprowadzenie badań w próbniku wielokrotnego użytku, który umożliwiał aplikację mgły wodnej. Badaniom poddano siluminy nadeutektyczne, dwuskładnikowe o zawartości krzemu w zakresie $15 \div 26$ %. Badania doświadczalne poprzedzono symulacją krzepnięcia w systemie MAGMA.

Intensywne odbieranie ciepła od odlewu podczas krzepnięcia spowodowało zmianę kinetyki procesów cieplnych. Nastąpiło kilkukrotne skrócenie czasu krystalizacji, zwiększenie szybkości stygnięcia cieczy i obniżenie temperatury likwidus i solidus. Duże przechłodzenie doprowadziło do zwiększenia zarówno szybkości zarodkowania jak i liniowej szybkości krystalizacji.

Zmiana kinetyki procesów cieplnych spowodowała znaczące zmiany mikrostruktury. Nastąpiło zwiększenie strefy przyściennej odlewu z kryształami wydłużonymi, kosztem strefy środkowej, w której dominowały kryształy równoosiowe. Pierwotne wydzielania krzemu uległy zmniejszeniu, a ich ilość została zredukowana. Rozdrobnione zostały również płytki eutektyki $\alpha+\beta$. W przypadku siluminu AlSi20 nastąpiła całkowita zmiana morfologii mikrostruktury. Próbkę chłodzoną mgłą wodną wykazywały obecność w mikrostrukturze wydzielen krzemu pierwotnego o kształcie dendrytycznym. Widoczne były środek dendrytu i odchodzące od niego gałęzie pierwszego rzędu wraz z gałęziami drugiego rzędu. Zmiana była prawdopodobnie spowodowana przechłodzeniem stężeniowym, na skutek gwałtownego odebrania ciepła od odlewu, co uniemożliwiło wyrównanie stężenia składu chemicznego w krzepnącym odlewie.

Zmiana mikrostruktury spowodowała poprawę właściwości mechanicznych odlewu. Poprawie o 15-20% uległy moduł Younga, granica plastyczności, wytrzymałość na rozciąganie oraz wydłużenie. Zanotowano również kilkuprocentową poprawę twardości. Odporność na zużycie została podwyższona o ponad 20%.

Badania wykazały, że chłodzenie kokili mgłą wodną pozwala na kształtowanie mikrostruktury i właściwości siluminów nadeutektycznych. Parametry mikrostruktury i właściwości zostały opisane zależnościami statystycznymi w funkcji kinetyki procesów cieplnych.

Łódź, dn. 13.06.2017 r.

mgr inż. Artur Kozuń

