

STEREOLOGICZNE SPRAWDZENIE HIPOTEZY O NATYCHMIASTOWYM ZARODKOWANIU GRAFITU KULKOWEGO W ŻELIWIE

Andriy Burbelko¹, Daniel Gurgul², Dariusz Wierzchowski³

AGH University of Science and Technology, Reymonta 23 Str., 30-059 Krakow, Poland

¹abur@agh.edu.pl

²dg@agh.edu.pl

³d.wierzchowski@interia.pl

Słowa kluczowe: Analiza stereologiczna, Żeliwo z grafitem kulkowym, Zarodkowanie grafitu

Streszczenie

Jeżeli zarodkowanie grafitu podczas krystalizacji ma charakter ciągły, a okres trwania tego procesu jest porównywalny z czasem przejścia żeliwa ze stanu ciekłego do stanu stałego, to rozkład statystyczny średnic x kulek grafitu można będzie scharakteryzować za pomocą właściwego rozkładu statystycznego z gęstością prawdopodobieństwa $f(x)$. Przy natychmiastowym powstawaniu wszystkich zarodków (lub w przypadku, gdy proces ich zarodkowania odbywa się w czasie znacznie krótszym w porównaniu z ogólnym czasem krystalizacji) i jednakowej prędkości wzrostu wszystkich ziaren można przyjąć, że średnice wszystkich cząstek kulistych w objętości stopu są jednakowe.

W artykule zaproponowano sposób oszacowania charakteru zarodkowania cząstek grafitu podczas krystalizacji żeliwa z grafitem kulkowym, na podstawie analizy rozkładu powierzchniowego średnic przekrojów cząstek kulistych na zglądzie. Na podstawie relacji geometrycznych pokazano, że w przypadku występowania w objętości próbki cząstek kulistych o jednakowym promieniu D , dystrybuanta i gęstość prawdopodobieństwa rozkładu statystycznego średnic d przekrojów kulek, widocznych na powierzchni zglądu, opisują następujące zależności:

$$F(d, D) = \begin{cases} 1 - \frac{\sqrt{D^2 - d^2}}{D} & \text{dla } d < D \\ 1 & \text{dla } d \geq D \end{cases} \quad (1)$$

$$f(d, D) = \begin{cases} \frac{d}{D\sqrt{D^2 - d^2}} & \text{dla } d < D \\ 0 & \text{dla } d \geq D \end{cases} \quad (2)$$

Powyższe wyrażenia z dokładnością do współczynnika są zbieżne z przedstawionymi w pracy [1].

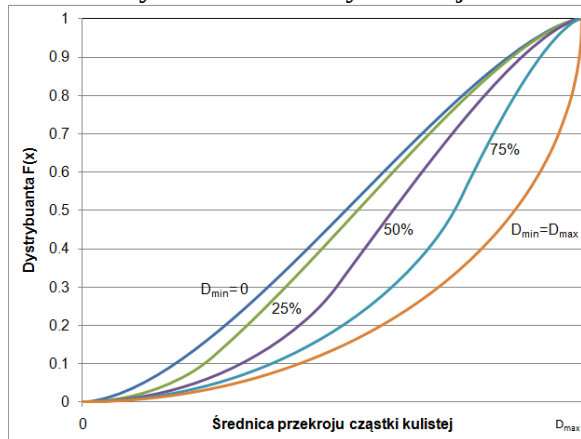
Dla cząstek kulistych o zróżnicowanej średnicy dystrybuanta rozkładu średnic ich przekrojów losowych jest równa (podobne wyrażenie zaproponowano w [1]):

$$F(d) = \frac{\int_{D_{\min}}^{D_{\max}} f(x)x dx - \int_{D_{\min}}^{D_{\max}} f(x)\sqrt{x^2 - d^2} dx}{\int_{D_{\min}}^{D_{\max}} f(x)x dx} \quad (3)$$

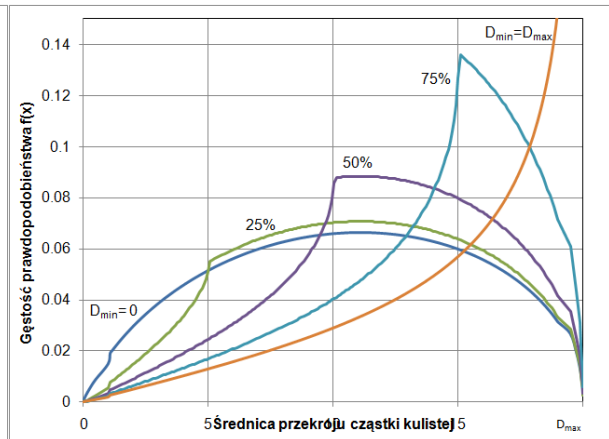
Na rys. 1 i 2 przedstawiono wykresy dystrybucyj i gęstości prawdopodobieństwa przekrojów losowych cząstek kulistych, wyznaczone w założeniu, że zbiór cząstek kulistych charakteryzuje się rozkładem jednostajnym średnic w zakresie od $D_{\min}$ do $D_{\max}$:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & x \geq D_{\max} \\ 1/(D_{\max} - D_{\min}) & \text{dla } D_{\min} \leq x < D_{\max} \\ 0 & x < D_{\min} \end{cases} \quad (4)$$

Wykresy przygotowano dla różnych relacji $D_{\min} : D_{\max}$, przy czym rozpatrzono dwa skrajne przypadki. Wariant $D_{\min} = D_{\max}$ odpowiada zarodkowi natychmiastowemu wszystkich cząstek kulistych, natomiast $D_{\min} = 0$ oznacza ciągłe zarodkowanie nowych cząstek kulistych w trakcie krystalizacji.



Rys. 1. Dystrybuanta rozkładu statystycznego występowania przekrojów ziaren kulistych na zgładzie w przypadku jednostajnego rozkładu przestrzennego promieni cząstek kulistych w zakresie od $D_{\min}$ do $D_{\max}$ dla różnych relacji $D_{\min} : D_{\max}$



Rys. 2. Gęstość prawdopodobieństwa występowania przekrojów ziaren kulistych na zgładzie w przypadku jednostajnego rozkładu przestrzennego promieni cząstek kulistych w zakresie od $D_{\min}$ do $D_{\max}$ dla różnych relacji $D_{\min} : D_{\max}$

W celu sprawdzenia hipotezy o sposobie zarodkowania cząstek kulistych krzywe przedstawione na rys. 1 i 2 należy skonfrontować z wynikami doświadczalnych pomiarów stereologicznych.

Literatura

1. Ганн В.В., Черняева Т.П., Стукалов А.И., Грицина В.М., Рагулина Н.И., *Компьютерная программа обработки снимков микроструктуры материалов, предлагаемая для использования при оценке качества изделий по количеству второй фазы*, Вопросы атомной науки и техники, **12** (2002), №1, pp. 144-147 (in Russian).

Badania przeprowadzono w ramach projektu badawczego AGH nr 10.10.170.297