

Wprowadzenie

Umocnienie strukturalne stopów odlewniczych, jest jednym ze sposobów zwiększenia wytrzymałości materiałów polikrystalicznych. Jako umocnienie strukturalne należy rozumieć proces rozdrobnienia mikrostruktury, lub innymi słowy proces zwiększenia gęstości ziaren. W wyniku tego działania uzyskuje się ziarna o mniejszej średnicy i dużym rozwinięciu powierzchni ziaren. Jest to sposób umacniania, szczególnie chętnie wykorzystywany w stopach odlewniczych, w których nie występują przemiany fazowe, umożliwiające rozdrobnienie mikrostruktury na drodze obróbki cieplnej. Generalnie dla materiałów metalicznych, ze zwiększaniem gęstości ziaren, zwiększają się właściwości wytrzymałościowe oraz twardość.

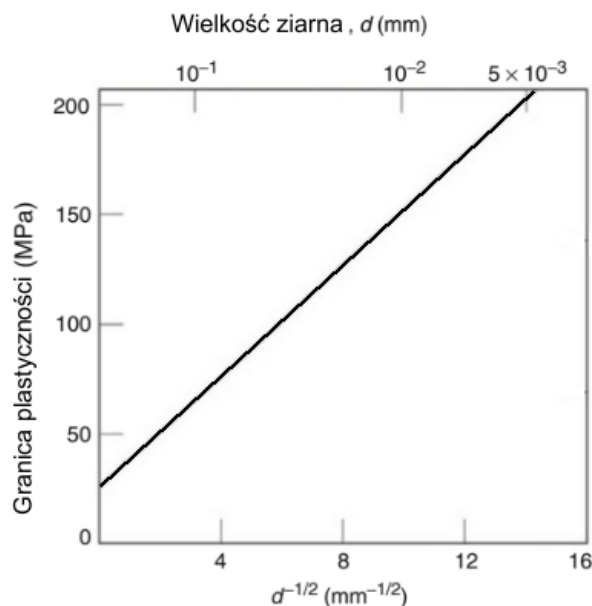
Poprawa właściwości wytrzymałościowych następuje w wyniku wprowadzenia do mikrostruktury defektów, jakimi są właśnie granice ziaren. Defekty zmniejszają możliwość przemieszczania się dyslokacji a także występowania poślizgu płaszczyzn krystalograficznych przy próbie odkształcenia plastycznego materiałów. Podczas tego procesu granice stają się naturalną barierą i redukują możliwość przemieszczania się dyslokacji tylko w obrębie poszczególnych ziaren. Podobnie dzieje się z możliwością odkształcenia w wyniku poślizgu. Ze względu na różną orientację krystalograficzną ziaren (kryształów) oraz niedopasowanie krystalograficzne w obrębie granic, poślizg może występować tylko w obrębie jednego ziarna. Dlatego zwiększanie powierzchni ziaren prowadzi do pozytywnych efektów umocnienia stopu. Relację średnicy ziaren od naprężenia opisuje równanie Halla-Petcha (1), którego interpretację geometryczną przedstawiono na rys. 1.

$$\sigma = \sigma_0 + k \cdot \frac{1}{\sqrt{d}} \quad (1)$$

gdzie:

σ_0, k - stała zależna od stopu ,
 d - średnica ziarna.

Należy jednak pamiętać, że ta zależność nie jest prawdziwa dla materiałów o bardzo dużych lub bardzo małych ziarnach.



Rys. 1. Wpływ wielkości ziarna na R_e mosiądzu (30%Zn), [1]

Zależność (1) można wykorzystać także wtedy, gdy chcemy zbadać wpływ wielkości ziarna na inne właściwości, np. twardość. Wtedy równanie (1) przyjmie postać:

$$HB = HB_0 + k \cdot \frac{1}{\sqrt{d}} \quad (2)$$

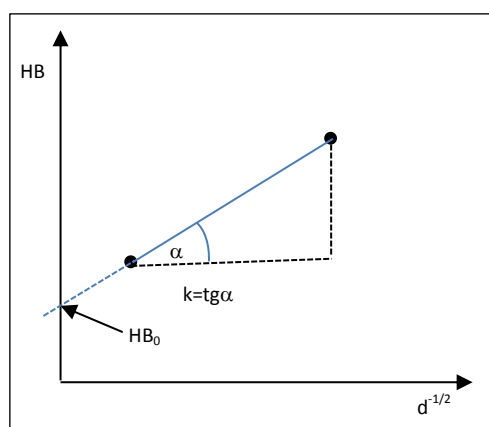
gdzie:

k, HB_0 – stałe zależne od materiału.

Stale k i HB_0 można wyznaczyć w oparciu o (2) dysponując co najmniej dwoma punktami pomiarowymi twardości i wielkości ziarna. Aby wykonać należy przekształcić równanie do postaci $y=ax+b$ czyli: $HB = k \cdot \frac{1}{\sqrt{d}} + HB_0$

Następnie wyliczyć, lub odczytać wartości k i HB_0

z wykonanego wykresu .



Przebieg ćwiczenia

1. Wykonać zdjęcia mikrostruktury stopów o różnej wielkości ziaren wybranych do ćwiczenia.
2. Wykonać pomiary twardości tych stopów.
3. Wyznaczyć średnią wielkość ziaren i średnią twardość dla co najmniej 2 próbek.
4. Wyznaczyć zależność $HV=f(d^{-1/2})$
5. Odczytać stałe k i HB_0 z wyznaczonej zależności, dla badanych stopów.

1. Michael F. Ashby, at. al. Engineering Materials and Processes Desk Reference. Wyd. Butterworth-Heinemann, 6 sty 2009