

MODYFIKACJA TYTANEM, BOREM I FOSFOREM SILUMINU AK20

Stanisław PIETROWSKI
Katedra Inżynierii Produkcji i Zarządzania
Politechnika Łódzka
ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

1. Wstęp

Ogólnie wiadomo, że aluminium krystalizuje w sieci sześciennej (A1) o parametrze $a = 4,0414 \text{ \AA}$. Krzem krystalizuje w sieci sześciennej (A4) o parametrze $a = 5,4199 \text{ \AA}$. Z analizy wykresów równowag fazowych Al–B, Al–Ti oraz Ti–B wynika, że tworzą się odpowiednio fazy: AlB_2 , AlTi , Al_3Ti , TiB , TiB_2 [1]. Ze względu na ich budowę sieci krystalicznej oraz jej parametry mogą one stanowić podkładki krystalizacji fazy α w siluminach [2]. Jest bardzo prawdopodobnym, że faza TiB może również stanowić podkładkę krystalizacji fazy β , ponieważ krystalizuje w sieci sześciennej (B3) o parametrze $a = 4,20 \text{ \AA}$ [2]. Potwierdzają to badania wykonane mikroanalizą rentgenowską wydzieleni fazy β , w której stwierdzono obecność: Al, B, Ti, Fe, Mn i Sr przedstawione w pracach [3–5].

Zagadnienie to jest szczególnie istotne dla siluminów nadeutektycznych, w których pierwotna faza β , pomimo modyfikacji fosforem, krystalizuje w postaci dużych wydzieleni. W pracy [6] wykazano, że istotnie, modyfikacja tytanem i borem siluminów nadeutektycznych, rozdrabnia fazę β , szczególnie w połączeniu z fosforem.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie dalszych wyników badań z omówionego zakresu.

2. Metodyka badań

Badania przeprowadzono na siluminie AK20, którego skład chemiczny przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1
Skład chemiczny siluminu AK20

Skład chemiczny, %				
Si	Cu	Mg	Ni	Fe
19,83	1,11	0,83	1,15	0,35

Silumin modyfikowano stopem AlTi5B w ilości 0,2%; 0,4% i 0,6% oraz mieszaniną 0,6% AlTi5B + 0,3% P od masy ciekłego siluminu. Próbkę o średnicy $d = 10\text{mm}$ odlewano w kokilę.

Mierzono odległość λ między płytkami fazy β w eutektyce oraz wielkość wydzielań pierwotnych kryształów fazy β . Określano ją za pomocą średnicy cięciwy, którą określano z zależności [7]:

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i$$

gdzie:

n – liczba przeciętych przez sieczną kryształów fazy β ,

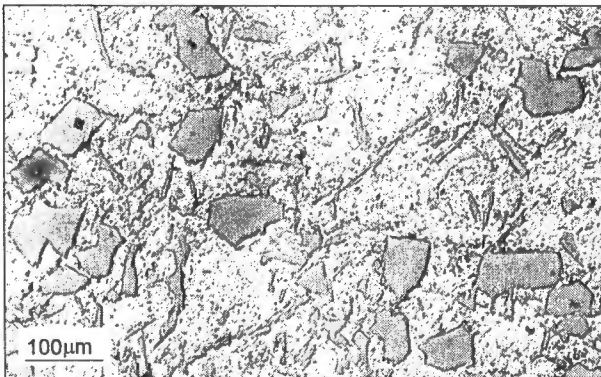
l_i – długość cięciwy i -tego kryształu

Pomiar dokonywano na przekroju próbki co 1mm.

3. Wyniki badań

Mikrostrukturę siluminu niemodyfikowanego oraz po modyfikacji mieszaniną 0,6% AlTi5B + 0,3% P przedstawiono na rysunku 1 (a, b).

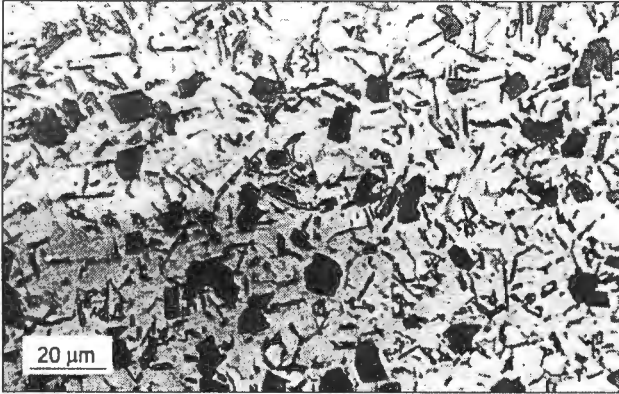
a)



Rys. 1. Mikrostruktura siluminu niemodyfikowanego (a) oraz po modyfikacji mieszaniną 0,6% AlTi5B + 0,3% P (b)

Fig. 1. Microstructure of the unmodified silumin (a) and the silumin modified with use 0,6% AlTi5B + 0,3% P (b)

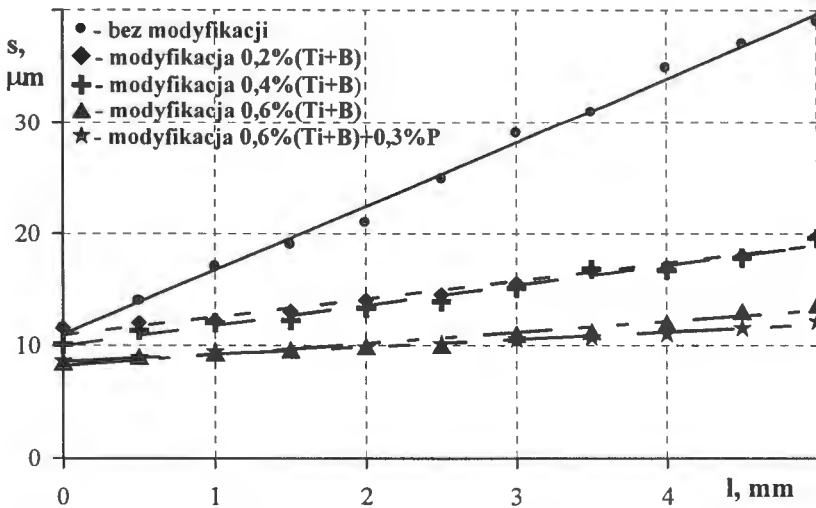
b)



Cd. rys. 1. Mikrostruktura siluminu niemodyfikowanego (a) oraz po modyfikacji 0,6% AlTi5B + 0,3% P (b)

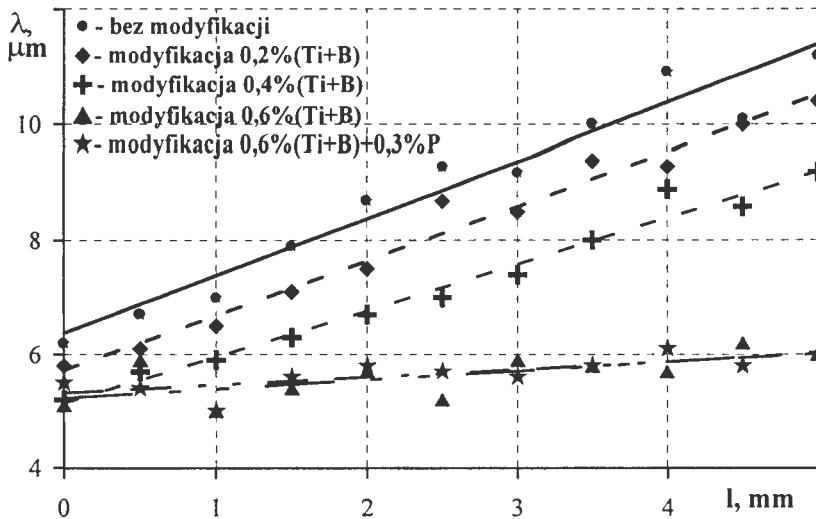
Contd. fig. 1. Microstructure of the unmodified silumin (a) and the silumin modified with use 0,6% AlTi5B + 0,3% P (b)

Wpływ ilości i rodzaju modyfikatora na wielkość „s” kryształów fazy β oraz odległość międzypłytkową λ w eutektyce w funkcji odległości „l” od powierzchni próbki pokazano odpowiednio na rysunku 2 i 3.



Rys. 2. Wpływ ilości i rodzaju modyfikatora na wielkość „s” kryształów fazy β w funkcji odległości „l” od powierzchni próbki

Fig. 2. The influence of modifier case and the „l” distance from sample surface on the „s” β phase dimension



Rys. 3. Wpływ ilości i rodzaju modyfikatora na odległość międzypyłtkową „ λ ” w eutektyce kryształów fazy β w funkcji odległości „ l ” od powierzchni próbki

Fig. 3. The influence of modifier case and the „ l ” distance from sample surface on the „ λ ” eutectic parameter

Z przedstawionych danych wynika, że modyfikacja tytanem i borem siluminu zmniejsza wielkość pierwotnych wydzieleni fazy β . Najsilniejszy efekt jej zmniejszenia występuje po modyfikacji 0,6% AlTi5B, na który nie ma już wpływu dodatek 0,3% P (rys. 2). Podobny jest wpływ modyfikatora na odległość międzypyłtkową „ λ ” (rys. 3). Jednocześnie następuje zmniejszenie wpływu szybkości stygnięcia odlewu na wielkość fazy β i odległości „ λ ”.

Uzyskane wyniki badań potwierdzają hipotezę, że faza TiB stanowi podkładkę krystalizacji fazy β .

4. Wnioski

Z przedstawionych badań wynikają następujące wnioski:

- stop AlTi5B jest efektywnym modyfikatorem pierwotnych kryształów fazy β ,
- zmniejsza również odległość λ między płytkami fazy β w eutektyce,
- optymalna ilość modyfikatora AlTi5B wynosi 0,6% od masy ciekłego siluminu,
- dodatek 0,3% P do modyfikatora AlTi5B nie zwiększa efektu modyfikacji.

Literatura

1. Massalski T. B.: *Binary Alloy phase diagrams*. American Society for Metals, Metals Park, Ohio 44073, 1986.
2. Pearson W. B.: *Lattice Spacings and Structures of Metals and Alloys*. Pergamon Press, 1967.
3. Müller K., Reif W.: *Possibilities of structural refinement of Al-Si-casting Alloys*. Solidification of metals and Alloys. Polish Academy of Sciences. Foundry Commission. z. 28, 1996, s. 127.
4. Romankiewicz F., Reif W.: *Modyfikacja stopu AlSi7Mg*. Krzepnięcie Metali i stopów. PAN – Komisja Odlewnictwa, z. 28, 1996, s. 200.
5. Reif W., Müller K.: *Improvement of mechanical properties of Al-Si-cast alloys by grain refinement and modification*. Advanced Light Alloys and Composites. Kluwer Academic Publishers, NATO ASI Series, 1997, s. 263.
6. Pietrowski S., Władysiak R.: *Wpływ modyfikacji Ti, B i P na krystalizację siluminów nadeutektycznych*. VIII Konferencja Tendencje rozwojowe w procesach produkcyjnych, Zielona Góra 1997, s. 99.
7. Ryś J.: *Metalografia ilościowa*. Skrypty uczelniane nr 922, AGH, Kraków, 1983.

Recenzował: prof. dr hab. inż. Przemysław Wasilewski