

УДК 621.74:669.018.28:620.178.15

Залежність твердості сплаву АК7 від морфології первинної твердої фази

А.Г. Борисов*, кандидат фізико-математичних наук
А.М. Недужий, Л.К. Шеневідько

*УкрДЦНТІЕ, МОН України, Київ
Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

Проведено визначення та співставлення твердості дендритних і глобулярних структур з різною дисперсністю для сплаву АК7. Встановлено, що відмінність спостерігається для мікротвердості евтектичної складової, тоді як мікротвердість β -фази та твердість за Бринеллем практично не відрізняються.

Промисловий сплав АК7, який є аналогом сплаву А356, застосовується для виробництва широкої номенклатури виробів з використанням традиційних ливарних технологій, для яких характерне формування дендритної структури кінцевої продукції [1]. Останнім часом суттєвого поширення набули технології лиття алюмінієвих сплавів з двофазного стану, особливо технології рео- і тиксолиття [2, 3]. Особливістю цих технологій є те, що в момент заповнення форми рідко-твердою сумішшю, первинна (тверда) фаза має глобулярну форму, яка спостерігається й у кінцевих виробах.

Метою цього дослідження було визначення і співставлення твердості дендритних (характерних для традиційних методів лиття) і глобулярних структур різної дисперсності.

Хімічний склад сплаву АК7 підвищеної чистоти, з якого були виготовлені зразки, наступний (мас. частка, %): Si – 7,5, Mg – 0,38, Mn – 0,058, Cu – 0,035, Ti – 0,017, Fe – 0,28, Al – решта.

Як об'єкт досліджень були використані зразки з дендритною (рис. 1), та глобулярною (рис. 2) структурами. Морфологія зразків з дендритною мікроструктурою характеризувалася середньою величиною дендритного параметра (відстань між бічними гілками другого порядку) [4], а зразків із глобулярною структурою – середнім розміром глобуля (табл. 1 і 2).

Зразки для випробування на твердість виготовляли за стандартною методикою. Твердість зразків (НВ) вимірювали на приладі моделі ТШ-2М при наступних умовах випробувань: діаметр сталеві кульки $D = 5$ мм при зусиллі 2452 Н і тривалості витримки 30 с за ГОСТ 9012-59.

Мікротвердість α -фази і евтектики досліджуваного сплаву випробовували на мікротвердомірі ПМТ-3 при навантаженні на індентор 0,049 Н (ГОСТ 9450-76). На одному зразку була можливість провести 8 вимірювань: 4 для α -фази і 4 для евтектики, за якими визначали середні значення мікротвердості α -фази і евтектики даного зразка. Отримані середні значення і приймалися за мікротвердість α -фази і евтектики відповідно.

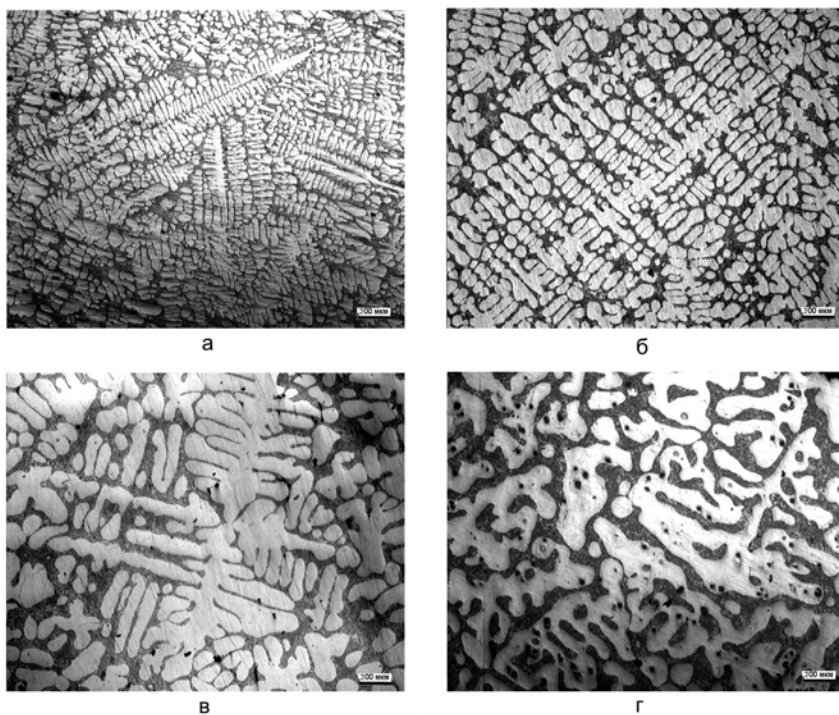


Рис. 1. Структури зразків з різною величиною дендритного параметра. а - 26, б - 42, в - 69, г - 96 мкм.

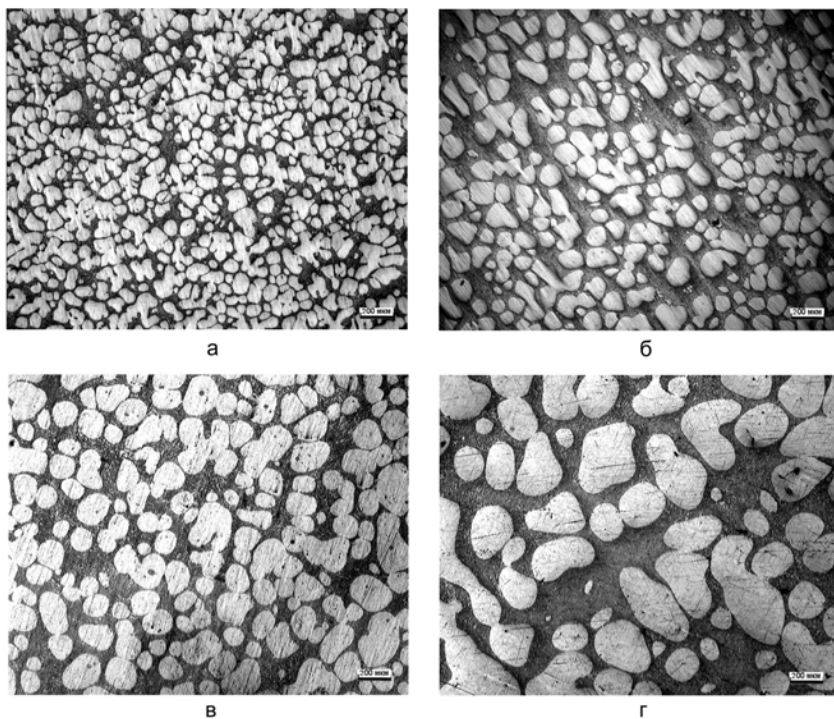


Рис. 2. Структури зразків з різним розміром глобулів. а - 87, б - 111, в - 127, г - 285 мкм.

Дендритний параметр і розмір глобуля визначали за мікрофотографіями шліфа. При цьому вимірювання здійснювали за трьома характерними фотографіями. По кожній з них виміри проводили не менше, ніж по десяти дендритах або тридцяти глобулям. Отримані середні значення характеризували дендритний параметр (розмір глобуля) даного зразка.

При дослідженні впливу дендритного параметра на твердість було встановлено, що зі збільшенням дендритного параметра від 26 до 96 мкм, твердість НВ знижується від 61 до 56 одиниць (табл. 1). При дослідженні впливу дендритного параметра на мікротвердість α -фази було встановлено, що остання збільшується від 25,7 до 30,8 кг/мм² зі збільшенням дендритного параметра від 26 до 96 мкм (табл. 1).

Таблиця 1
Значення НВ і мікротвердості для дендритної структури

Номер зразка	Дендритний параметр, мкм	НВ	Мікротвердість, кг/мм ²	
			α -фаза	евтектика
1	26	61	25,7	33,4
2	42	58	23,3	37,3
3	69	57	28,1	31,7
4	96	56	30,8	33,0

Залежно від розміру глобуля зі збільшенням його від 87 до 285 мкм твердість незначно збільшується від НВ 58 до НВ 60 одиниць (табл. 2). Значення твердості для зразків №3 і №5 випадають із загальної тенденції. Це пов'язано з тим, що ці зразки, на відміну від інших, мали помітну пористість.

Таблиця 2
Значення НВ і мікротвердості для глобулярної структури

Номер зразка	Розмір глобуля, мкм	НВ	Мікротвердість, кг/мм ²	
			α -фаза	евтектика
1	87	58	26,0	40,8
2	111	58	27,9	40,2
3	127	54	25,4	32,9
4	134	60	26,3	40,2
5	158	50	23,6	33,5
6	203	57	22,4	41,5
7	212	58	28,0	39,2
8	285	60	28,0	41,4

Щодо впливу розміру глобуля на мікротвердість було встановлено, що зі збільшенням дисперсності α -фази від 87 до 285 мкм її мікротвердість зростає від 26,0 до 28,0 кг/мм² (табл. 2). Для евтектики значення мікротвердості значно вищі завдяки наявності в ній часток кремнію. Зі збільшенням дисперсності α -фази від 87 до 285 мкм мікротвердість евтектики залишається практично постійною 40,8 – 41,4 кг/мм² (табл. 2).

Таким чином, для зразків з дендритною структурою збільшення дендритного параметра призводить до деякого зниження твердості та мікротвердості евтектичної складової, у той час як мікротвердість первинної фази незначно зростає. Для глобулярної структури збільшення розміру глобуля практично не впливає на твердість та мікротвердість евтектики, а мікротвердість α -фази змінюється аналогічно зразкам з дендритною мікроструктурою.

Література

1. Пригунова А.Г., Белов Н.А., Таран Ю.Н. Силумины. Атлас микроструктур и фрактограмм промышленных сплавов: Справ. – М.: МИСИС, 1996. – 175 с.
2. Юрко Д., Бони Р. Производство отливок высокого качества литьем под давлением по технологии SSR. // Литейн. пр-во. – 2006. – 8. – С. 15 – 17.
3. Müller Bernhard. Thixocasting – Anwendung und Perspektiven. // Diecasting Technologies Center GmbH, Dohna (Dresdner Produktionstechnik Kolloquium). – 2002.
4. Ефимов В.А., Анисович Г.А., Бабич В.Н.. Специальные способы литья: Справ. – М.: Машиностроение, 1991. – 436 с.

Одержано 15.12.08

А.Г. Борисов, А.Н. Недужий, Л.К. Шеневидько

Зависимость твердости сплава АК7 от морфологии первичной твердой фазы

Резюме

Проведено определение и сопоставление твердости дендритных и глобулярных структур с различной дисперсностью для сплава АК7. Установлено, что отличие наблюдается для микротвердости эвтектической составляющей, тогда как микротвердость α -фазы и твердость практически не отличаются.

A.G. Borisov, A.M. Neduzhiy, L.K. Shenevidko

Study of primary phase hardness dependence on its morphology for AK7 alloy

Summary

Hardness of dendrite structure in comparison with globular structures of different dispersion was investigated for AK7 alloy. The differences in microhardness were observed for eutectic component whereas microhardness of α -phase and HB were practically the same.