



УДК 669.715

Поступила 30.08.2013

В. Ю. СТЕЦЕНКО, К. Н. БАРАНОВ, В. В. НОВИКОВ, ИТМ НАН Беларуси

ВЛИЯНИЕ ГРАВИТАЦИОННОГО КОЭФФИЦИЕНТА НА СТРУКТУРУ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ОТЛИВОК ИЗ СИЛУМИНА АК18

Исследовано влияние величины гравитационного коэффициента на структуру и протяженность зоны припуска на мехобработку отливок диаметром 135 мм из сплава АК18. Установлено, что оптимальное значение гравитационного коэффициента составляет 120–140.

Influence of the gravity coefficient value on structure and extent of allowance zone on machining of castings with diameter of 135 mm from AK18 alloy is investigated. It is established that optimum value of gravity coefficient makes 120–140.

Известно, что заэвтектический силумин с высокодисперсной микроструктурой имеет высокие механические и антифрикционные свойства [1]. Получение полых заготовок из заэвтектического силумина с высокодисперсной микроструктурой и минимальным припуском на механическую обработку является актуальной задачей. Одним из важнейших технологических факторов при центробежном литье, влияющим на качество отливок, является гравитационный коэффициент k . Поэтому цель данной работы – исследование влияния гравитационного коэффициента на структуру заготовок из заэвтектического сплава АК18 для получения высокодисперсных отливок с минимальным припуском на механическую обработку.

Для равномерного распределения структурных составляющих сплава расчет скорости вращения литейной формы рекомендуется производить по формуле [2]:

$$n = 300 \sqrt{\frac{k}{r}}, \quad (1)$$

где n – частота вращения формы, об/мин; k – гравитационный коэффициент; r – радиус внутренней поверхности отливки, см; 300 – опытный числовой коэффициент. При этом гравитационный коэффициент определяется следующим образом [3]:

$$k = \frac{\omega^2 r}{g}, \quad (2)$$

где ω – угловая скорость вращения формы, c^{-1} ; g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

Угловая скорость формы вычисляется по формуле

$$\omega = \frac{\pi n}{30}. \quad (3)$$

Исследования проводили на экспериментальной установке центробежного литья с вертикальной осью вращения. Она состоит из электродвигателя 1, лотка для отвода охладителя 2, защитного кожуха 3, изложницы 4, охлаждающей форсунки 5 (рис. 1). Регулирование частоты вращения формы осуществляли пультом управления на базе частотного преобразователя «Omron Sysdrive».

В качестве шихты использовали чушки сплава АК12 следующего химического состава: Si – 10,5–11,2%; Cu – 0,51; Mn – 0,3; Fe – 0,5%; Al – основа и лигатуру из сплава АК40. Расплав готовили в печи сопротивления марки «Snol-1300» в шамото-графитном тигле. Разливку проводили при температуре 850 °С в стальную охлаждаемую центробежную форму с толщиной стенки 4 мм при значениях гравитационного коэффициента 80, 100, 120, 140. Ско-

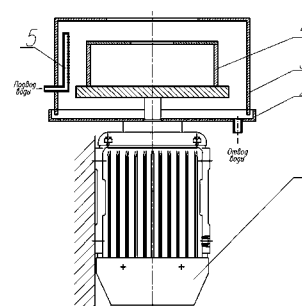


Рис. 1. Схема экспериментальной установки центробежного литья с вертикальной осью вращения: 1 – электродвигатель; 2 – лоток для отвода охладителя; 3 – защитный кожух; 4 – форма для центробежного литья; 5 – охлаждающая форсунка

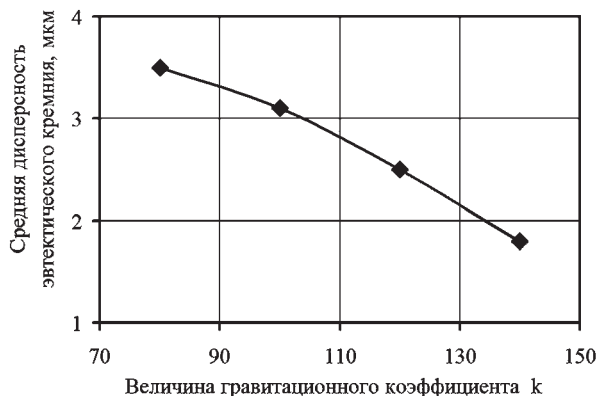


Рис. 2. Влияние величины гравитационного коэффициента на дисперсность кристаллов эвтектического кремния отливок диаметром 135 мм из сплава АК18

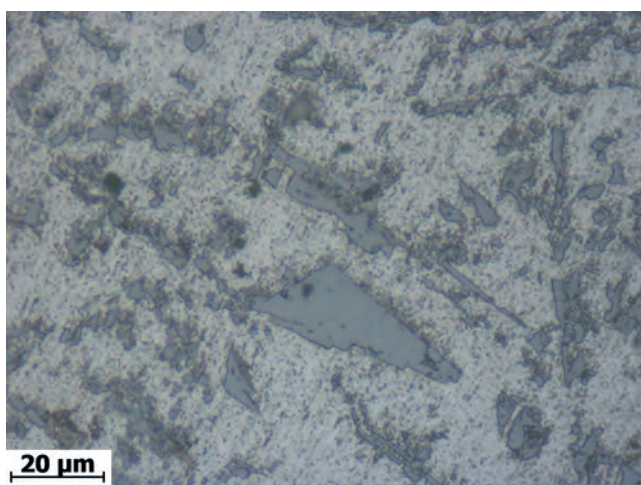


Рис. 4. Микроструктура внутренней поверхности (зоны припуска на механическую обработку) центробежной отливки диаметром 135 мм из сплава АК18 при гравитационном коэффициенте $k = 80$. $\times 1000$

рости вращения изложницы, рассчитанные по формуле (1), были равны 1140, 1270, 1390 и 1510 об/мин соответственно. Получали экспериментальные отливки наружным диаметром 135 мм, высотой 125 мм и толщиной стенки 12 мм. Для исследования микроструктуры из них были вырезаны поперечные шлифы. После их шлифовки, полировки и химического травления водным раствором кислот $2\% \text{HCl} + 3\% \text{HNO}_3 + 1\% \text{HF}$ микроструктуру анализировали с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа «Carl Zeiss Axiotech vario». Твердость образцов измеряли на твердомере ТШ-2М.

В полученных отливках различали две структурные зоны: основную (наружная) и зону припуска на механическую обработку (внутренняя). Основная часть отливок, полученная при значениях гравитационного коэффициента $k = 80$, была представлена в виде кристаллов эвтектического кремния средней дисперсностью 3,5 мкм, распределенных в α -фазе алюминия. Первичных кристаллов

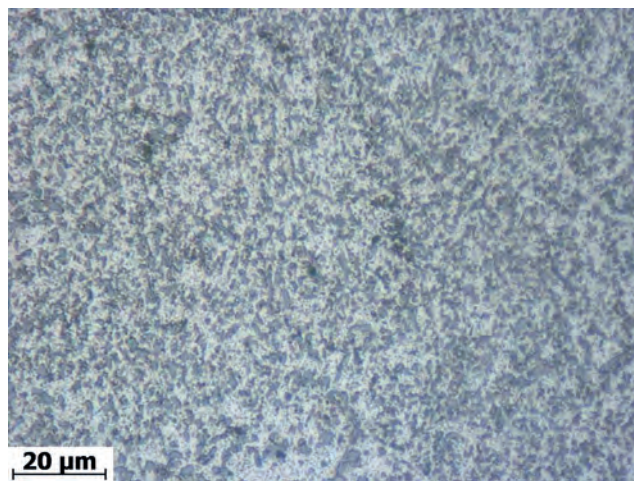


Рис. 3. Микроструктура наружной поверхности центробежной отливки диаметром 135 мм из сплава АК18 при значении гравитационного коэффициента $k = 140$. $\times 1000$

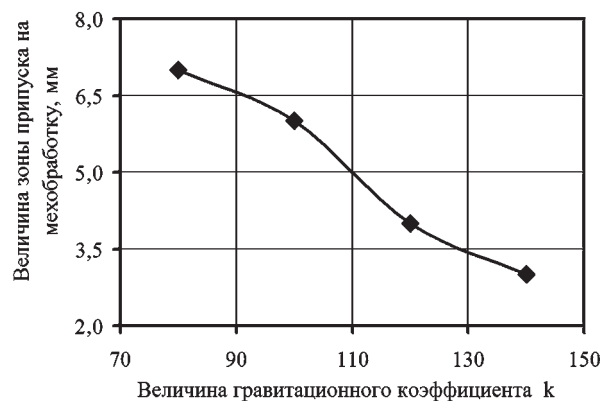


Рис. 5. Влияние величины гравитационного коэффициента на протяженность зоны припуска отливок диаметром 135 мм из сплава АК18

кремния в этой зоне не наблюдалось. Влияние величины гравитационного коэффициента на дисперсность кристаллов эвтектического кремния показано на рис. 2. При значениях гравитационного коэффициента $k = 100$ размер кристаллов эвтектики составлял 3,1 мкм. Повышение гравитационного коэффициента до $k = 120$ привело к измельчению кристаллов эвтектического кремния до 2,5 мкм. При повышении гравитационного коэффициента до $k = 140$ кристаллы эвтектического кремния измельчались до 1,8 мкм (рис. 3). Зона припуска отливок была представлена более крупными кристаллами эвтектики длиной до 15 мкм и частицами первичного кремния средней дисперсностью 38–42 мкм (рис. 4).

Установлено, что при увеличении значения гравитационного коэффициента от 80 до 140 дисперсность кристаллов эвтектического кремния повышается в 2 раза. Это можно объяснить тем, что при больших значениях гравитационного коэффициента происходит более интенсивное перемешивание поступающего в форму расплава, что спо-

способствует равномерному его охлаждению и, тем самым, ускоряет процесс зарождения центров кристаллизации. Под действием центробежных сил расплав плотно прижимается к стенкам вращающейся формы, в результате чего увеличивается коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности отливки. Это приводит к повышению скорости охлаждения расплава.

Исследовали влияние гравитационного коэффициента на протяженность зоны припуска на механическую обработку отливок из сплава АК18. Протяженность зоны припуска отливок исследовали с помощью аппаратно-программного комплекса

на базе микроскопа «Carl Zeiss Axiotech vario». По результатам экспериментальных данных была построена зависимость ширины зоны припуска на механическую обработку от величины гравитационного коэффициента (рис. 5). Было установлено, что при значениях гравитационного коэффициента $k = 80$ ширина припуска составляла 7–8 мм, при $k = 100$ – 5–6, при $k = 120$ – 2–5, при $k = 140$ – 2–4 мм. Таким образом, для получения центробежных высокодисперсных отливок диаметром 135 мм из сплава АК18 с минимальным припуском на механическую обработку гравитационный коэффициент должен составлять 120–140.

Литература

1. Марукович Е. И., Стеценко В. Ю. Модифицирование сплавов. Минск: Беларуская навука, 2009.
2. Байков А. И. Центробежное литье алюминиевых сплавов и их литейные свойства. М.: Машгиз, 1950.
3. Юдин С. Б., Левин М. М., Розенфельд С. Е. Центробежное литье. М.: Машгиз, 1972.