

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАКАЛКИ НА ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРЫ СПЛАВА АК7ПЧ

Васимов С.А., Волков В.О., Антонов М.М
Научные руководители – доцент Орелкина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Сплавы на основе системы Al-Si (силумины) имеют высокие литейные свойства и используются для литья изделий со сложной геометрией, они не содержат дорогостоящих легирующих элементов, т.е. относятся к экономичным сплавам, поэтому из них изготавливают диски колес для автомобильной промышленности.

Силумины системы Al-Si-Mg, сплавы АК7, АК7ч, АК7пч относятся к термически упрочняемым сплавам. Упрочнение сплавов можно достигнуть, применяя режимы закалки и искусственного старения. Максимальная прочность и твердость обеспечивается серийно рекомендуемым режимом Т6-закалка и полное искусственное старение. Отливки из сплава АК7пч, в соответствии с ГОСТ 1539, нагревают под закалку до температуры 535 ± 5 °С, выдерживают 2-12 часов и охлаждают в воде с температурой 20-50 °С. Старение проводят при температуре 175 ± 5 °С в течение 3-10 часов.

Сплав АК7пч по структуре относится к доэвтектическим сплавам и содержит α (Al)- твердый раствор кремния и магния в алюминии и значительное количество эвтектики (α (Al)+Si), модифицированной при литье. В литом состоянии в структуре сплава могут присутствовать фазы: α (Al)-твердый раствор; Si, Mg_2Si , составляющие тройной эвтектики (α (Al)+Si+ Mg_2Si); фаза β - $FeSiAl_5$; которая может входить в эвтектику (α (Al)+Si+ β); фаза α -(Fe_2SiAl_8).

Нагрев сплава АК7пч под закалку с последующей выдержкой обеспечивает растворение избыточных неравновесных фаз, которые образовались в отливках в результате дендритной ликвации при кристаллизации, а также гомогенизацию твердого раствора. При закалке происходит полное растворение фазы Mg_2Si , частичное растворение Si и гомогенизация твердого раствора. Высокотемпературный нагрев также способствует дроблению и сфероидизации частиц эвтектического кремния. Фазы, содержащие железо β - Al_5SiFe , и α -(Fe_2SiAl_8) практически не изменяют свою морфологию в результате воздействия температуры закалки. Охлаждение в воду с температуры гомогенизации фиксирует высокотемпературное состояние сплава, обеспечивая пересыщение α - твердого раствора магнием и кремнием, то есть происходит закалка сплава.

Фасонные отливки из сплава АК7пч должны отвечать требуемому уровню прочности, твердости и пластичности. Известно, что характеристики пластичности силуминов зависят от формы и размера частиц эвтектического Si. В связи с этим, в работе было исследовано влияние температуры закалки на дисперсность эвтектического Si с целью установления связи показателя сферичности кремния с механическими свойствами сплава АК7пч.

В работе проведена закалка образцов из сплава АК7пч при температурах: 520 °С, 535 °С, 560 °С с выдержкой 6 часов и охлаждением в воду с температурой 80 °С. Механические свойства образцов были определены после закалки и старения 145 °С и выдержкой 4 часа.

Отсняты микроструктуры сплава для определения показателя сферичности после закалки образцов при увеличении $\times 500$ - $\times 1000$ крат на микроскопе Axio Observer фирмы Carl Zeiss. Обработку, изображений проводили в программном продукте Axio Vision 4.6. Результаты обработки изображений в виде массива цифровых данных были обработаны в Microsoft Office Excel и построены графические зависимости в виде гистограмм, а так же построены графические зависимости временного сопротивления разрыву, предела текучести и относительного удлинения от температуры закалки.

В литом состоянии эвтектический кремний имеет тонкопластинчатую дисперсную форму. Из гистограммы показателя сферичности литого состояния следует, что значения показателя сферичности дают значительный разброс.

Исследование влияния температуры нагрева под закалку на показатель сферичности и толщину включений кремния показало, что частицы эвтектического кремния при температуре нагрева под закалку принимают сферическую форму. Чем выше температура нагрева под закалку, тем больше показатель сферичности. Показатель сферичности возрастает в интервале температур $515\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $535\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при дальнейшем повышении температуры под закалку до $560\text{ }^{\circ}\text{C}$ он практически не изменяется. Измерения минимального размера частиц кремния показали, что с повышением температуры нагрева под закалку этот размер увеличивается, что также свидетельствует об интенсификации процесса сфероидизации.

По результатам механических испытаний выяснено, что с повышение температуры под закалку от $520\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $560\text{ }^{\circ}\text{C}$ значения временного сопротивления разрыву и предела текучести незначительно увеличиваются, а относительного удлинения практически не меняются. Таким образом, в результате проведенного исследования показано, что изменение формы и размера кремния при нагреве под закалку являются не единственным фактором, определяющим пластичность фасонных отливок из сплава АК7пч.