

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЛАВА АК7ПЧ****Окладникова Н.В., Овчинникова Е.С., Васимов С.А., Волков В.О.****Научные руководители – к.т.н., доцент Орелкина Т.А.,****к.т.н., доцент Перебоева А.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. Сплав АК12 является термически неупрочняемым сплавом, поэтому свойства колес, изготовленных из двойного силумина в основном определяются структурой и фазовым составом сплава после литья.

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 нагревают под закалку до температуры  $535 \pm 5$  °С, выдерживают 2-12 часов и охлаждают в воде с температурой 20-50 °С. Старение проводят при температуре  $175 \pm 5$  °С в течение 3-10 часов.

Химический состав сплава оказывает существенное влияние на параметры упрочняющей термической обработки. В работе было исследовано влияние температуры охлаждающей среды при закалке образцов на механические свойства сплава АК7 пч.

Для литейных алюминиевых сплавов не назначают гомогенизационный отжиг с целью устранения последствий неравновесной кристаллизации. Гомогенизацию совмещают с закалкой. Нагрев 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. Температуру закалки назначают ниже температуры солидуса. Температура кристаллизации тройной эвтектики ( $\alpha$  (Al)+Si+ $\beta$ ) соответствует температуре 576°С; тройной эвтектики ( $\alpha$ +Si+Mg<sub>2</sub>Si) в системе Al-Si-Mg, солидус сплава АК7ч, составляет 555 °С, поэтому вполне обосновано назначение температуры закалки  $535 \pm 5$  °С.

Сплав АК7пч по структуре относится к доэвтектическим сплавам и содержит  $\alpha$  (Al)- твердый раствор кремния и магния в алюминии и значительное количество эвтектики ( $\alpha$ (Al)+Si), модифицированной при литье. Фазовый состав отливок из силуминов представлен растворимыми и труднорастворимыми при закалке фазами. Тройные и более сложные соединения алюминия, кремния, железа, марганца незначительно растворимы в  $\alpha$ - твердом растворе при температуре гомогенизации и практически не изменяют своей формы. Поэтому чрезвычайно важно оптимизировать химический состав силуминов, прежде всего уменьшать содержание железа, что в частности достигнуто в сплаве АК7пч.

В литом состоянии в структуре сплава могут присутствовать фазы:  $\alpha$  (Al)- твердый раствор; Si, Mg<sub>2</sub>Si, составляющие тройной эвтектики ( $\alpha$  (Al)+Si+Mg<sub>2</sub>Si); фаза  $\beta$ -FeSiAl<sub>5</sub>; которая может входить в эвтектику ( $\alpha$  (Al)+Si+ $\beta$ ); фаза  $\alpha$ -(Fe<sub>2</sub>SiAl<sub>8</sub>). Нагрев и выдержка под закалку обеспечивают полное растворение фазы Mg<sub>2</sub>Si, частичное растворение Si и гомогенизацию твердого раствора. Высокотемпературный нагрев также способствует дроблению и сфероидизации частиц эвтектического кремния. Фазы содержащие железо  $\beta$ -Al<sub>5</sub>SiFe, и  $\alpha$ -(Fe<sub>2</sub>SiAl<sub>8</sub>) практически не изменяют свою морфологию

в результате воздействия температуры закалки. Охлаждение в воду с температуры гомогенизации фиксирует высокотемпературное состояние сплава, обеспечивая пересыщение  $\alpha$ - твердого раствора магнием и кремнием, то есть происходит закалка сплава.

Свойства силуминов, упрочняемых термической обработки, определяются как температурой закалки, так и температурой охлаждающей среды. В работе в качестве охлаждающей среды была использована вода с температурой 20, 50 и 80 °С. Образцы из сплава АК7пч нагревали под закалку при температуре 535°С с выдержкой 3 часа и охлаждали в воду с указанной температурой. После закалки часть образцов была отобрана для оценки механических свойств, оставшиеся образцы были состарены при температуре 160 °С в течении 6 часов.

Микротвердость позволяет оценить степень распада пересыщенного при закалке алюминиевого твердого раствора. Значения микротвердости были получены на приборе AFFRI с нагрузкой 100 гр. Образцы предварительно шлифовали, полировали и травили 1% водным раствором HF.

Микротвердость образцов из сплава АК7пч определяли по 8-10 измерениям, полученным в средней части дендритов алюминиевого твердого раствора. Исследования показали, что температура охлаждающей воды влияет на значения микротвердости закаленных образцов, рисунок. С повышением температуры воды до 80 °С микротвердость образцов после закалки уменьшается на несколько единиц. После закалки и старения микротвердость твердого раствора, содержащего упрочняющие частицы сплава, практически не изменялась в образцах, охлажденных по разным режимам.

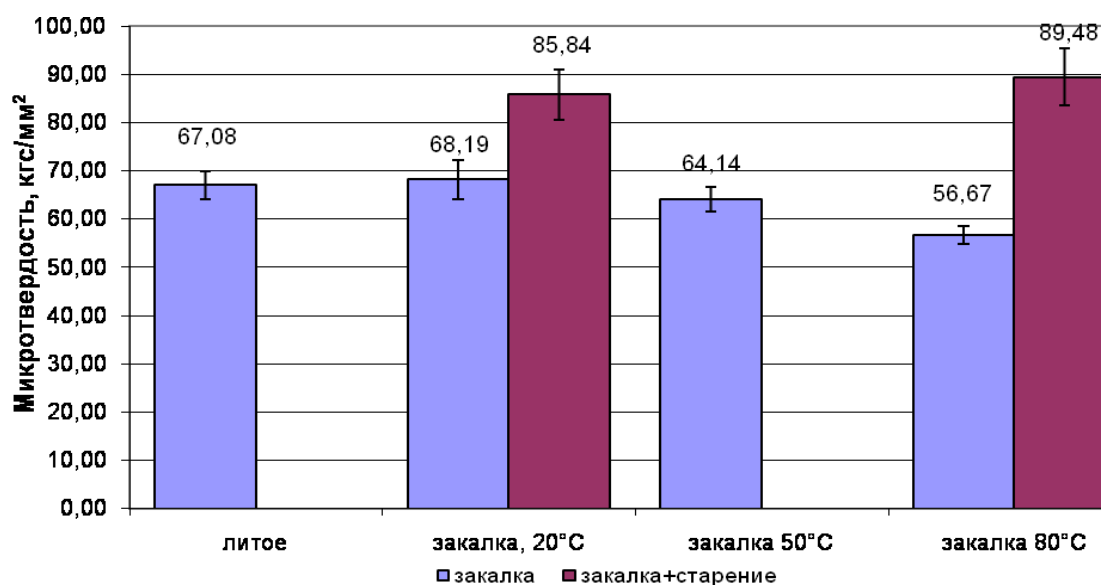


Рисунок. Микротвердость образцов из сплава АК7пч после термообработки

Анализ микроструктуры закаленных сплавов показал, что диффузионные процессы при температуре закалки обеспечивают растворение избыточных фаз и изменение морфологии эвтектических составляющих.

Были проведены испытания на растяжение образцов после закалки и закалки со старением. Показано, что значения прочности и пластичности изменяются при использовании охлаждающей среды разной температуры. Повышение температуры воды до 80 °С снижает прочностные свойства сплава как после закалки, так и после закалки со старением, что свидетельствует о прохождении процессов распада при охлаждении.

Таким образом, для повышения прочности сплава АК7пч целесообразно применять при закалке воду с температурой 20-50°С.