

## **ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ СПЛАВА СИСТЕМЫ Al—Si—Mg**

**Волков В.О.,**

**научный руководитель – доцент Орелкина Т.А.**

***Сибирский федеральный университет***

Наиболее типичными конструкционными сплавами системы Al—Si—Mg, безмедистыми силуминами, нашедшими широкое применение в автомобилестроении, являются сплавы АК7ч и АК7пч. В основном, данные сплавы предназначены для литья тонкостенных и сложных по конфигурации герметичных деталей, несущих средние по величине нагрузки.

Автомобильные дисковые колеса из силуминов получают в виде фасонных отливок методом литья под низким давлением. Технические требования отечественных стандартов предусматривают оценку качества автомобильных колес по результатам стендовых испытаний, структуре и механическим свойствам. В настоящее время повышаются требования по уровню механических свойств к отливкам дисковых автомобильных колес. Уровень механических свойств отливок зависит от химического состава сплава, технологии производства изделий и микроструктуры. В связи с этим работы, в которых изучается влияние режимов термообработки на свойства автомобильных колес из силуминов, относятся к актуальным исследованиям.

Объектами исследования являлись образцы из литых дисков автомобильных колес из сплава АК7пч. К преимуществам сплава АК7пч следует отнести: хорошие литейные свойства, высокая жидкотекучесть, минимальная линейная усадка, что позволяет получать тонкостенные отливки сложной конфигурации; малая склонность к образованию горячих трещин и высокая герметичность. Отливки из сплава имеют среднюю прочность, удовлетворительную пластичность и наибольшую в группе силуминов стойкость к общей коррозии.

Силумин АК7пч относится к термически упрочняемым сплавам. Упрочнение сплавов можно достигнуть, применяя режимы закалки и искусственного старения. Максимальная прочность и твердость обеспечивается рекомендуемым режимом Т6-закалка (закалка с резким охлаждением в воду и полное искусственное старение). Отливки из сплава АК7пч, в соответствии с ГОСТ 1539 нагревают под закалку до температуры 535°C, с выдержкой 2-12 часов и охлаждением в воде с температурой 20-50 °C. Старение проводят при температуре 175 °C в течении 3-10 часов.

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 ( $\alpha$ +Si+ $\beta$ ) в системе Al-Si-Fe соответствует температуре 576°C; а тройной эвтектики ( $\alpha$ +Si+Mg<sub>2</sub>Si) в системе Al-Si-Mg - 555°C.

Химический состав сплава оказывает существенное влияние на структуру и следовательно, на параметры упрочняющей термической обработки. В структуре сплава АК7пч в литом состоянии могут присутствовать следующие 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>).

Термообработка сплава обеспечивает полное растворение фазы Mg<sub>2</sub>Si, частичное растворение Si и гомогенизацию твердого раствора. Высокотемпературный нагрев способствует дроблению и сфероидизации частиц эвтектического кремния. Фазы, со-

держащие железо  $\beta$ - $\text{Al}_5\text{SiFe}$ , и  $\alpha$ -( $\text{Fe}_2\text{SiAl}_8$ ) практически не изменяют свою морфологию в результате воздействия температуры закалки. Закалка сплава производится в воду с температуры гомогенизации для фиксации высокотемпературного состояния сплава, что обеспечивает пересыщение  $\alpha$ - твердого раствора магнием и кремнием. Последующее старение проводят с целью упрочнения, которое достигается распадом пересыщенного  $\alpha$ - твердого раствора с выделением метастабильных фаз.

В данной работе с целью повышения механических свойств была проведена термообработка образцов из сплава АК7пч по режиму Т6, которая включает закалку и старение. Закалку назначали при температурах 520°C, 530°C, 540°C, с выдержкой 5 и 8 часов, далее проводили старение. Затем определяли механические свойства термообработанных образцов, изготовленных из колеса с различной микроструктурой.

Были проведены исследования микроструктуры образцов после указанной термообработки. на микроскопе Axio Observer фирмы Carl Zeiss . Рассчитывали объемную долю твердого раствора и частиц эвтектического кремния. Обработку изображений микроструктуры проводили в программном продукте Axio Vision 4.6. Результаты расчетов долей определяемых фаз показали, что объемная доля  $\alpha$ - твердого раствора составила в среднем 80 %, объемная доля кремния – 12 %. Увеличение скорости охлаждения приводит к незначительному уменьшению доли твердого раствора и измельчению структурных составляющих сплава.

Испытания на растяжение образцов показали, что при температуре 520°C временное сопротивление разрыву и предел текучести имеют минимальные значения. С повышением температуры закалки прочность образцов увеличивается. .Время выдержки при температуре 535° не оказывает существенного влияния на значения временного сопротивления разрыву и предела текучести. На величину пластичности термообработка после исследуемых режимов не оказывает существенного влияния. Выяснено, что исследуемые режимы термообработки сплава обеспечивает заданный уровень свойств.

Для оптимизации режимов закалки и старения и получения максимальных значений прочности и пластичности образцов из сплава АК7 пч были построены матрицы планирования для пяти факторов: температура закалки, время выдержки при закалке, температура охлаждения, температура старения, время выдержки при старении и проведены соответствующие эксперименты.