

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
МИКРОСТРУКТУРЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ФАСОННЫХ ОТЛИВОК ИЗ СПЛАВА АК12**

**Окладникова Н.В*., Кречетова А.В., Косарева Е.А., Выхрышук И. В.
Научный руководитель - доцент Перебоева А.А., доцент Дроздова Т.Н.
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск
*Литейно-механический завод «СКАД»**

Силумины являются самыми распространенными литейными алюминиевыми сплавами, благодаря их высокой технологичности, которая проявляется практически при всех способах литья. К основным технологическим свойствам силуминов относятся высокие литейные свойства, особенно у сплавов близких к эвтектическому составу, что позволяет получать фасонные отливки сложной формы.

Легкосплавные алюминиевые колеса являются современными конструкциями, и нашли более широкое распространение, чем стальные. Они могут быть практически любой конфигурации и дизайна, прекрасно отводят тепло от тормозного узла, но главное их достоинство – они лёгкие. Кованые колесные диски еще легче и прочнее, но имеют более простую форму, но основным их недостатком является высокая цена. Поэтому наибольшее распространение в производстве автомобильных колес получил способ изготовления колес литьем алюминиевых сплавов под низким давлением. Автомобильные колеса относятся к группе товаров, подлежащих обязательной сертификации. Качество автомобильных колес должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 50511 и ГОСТ Р 52390. Для этого все модели из легких сплавов подвергаются обязательным сертификационным испытаниям на сопротивление усталости при изгибе с вращением, динамической радиальной нагрузке, косому удару и жесткость бортовых краев обода. Кроме того, по ГОСТ Р 50511 проводится 100%-ый приемочный рентгеноскопический контроль литых заготовок и проверка герметичности обода колес для использования с бескамерной резиной. Механические свойства колес из нетермообрабатываемого сплава АК12 должны соответствовать: $\sigma_b \geq 160$ МПа, $\sigma_{0,2} \geq 80$ МПа, $\delta \geq 5\%$.

Механические свойства отливок из сплава АК12 зависят от химического состава и, главным образом от характеристик микроструктуры, поэтому очень важно предельно точно оценивать количественные параметры микроструктуры. Однако степень влияния количественных характеристик микроструктуры на механические свойства силуминов мало изучена. Это объясняется сложностью выявления влияния какой-то одной характеристики структуры на свойства литого сплава, так как каждый параметр структуры взаимосвязан с другими, поэтому его изменение при сохранении постоянства других невозможно прямо выявить. В работе анализируется степень влияния основных характеристик структуры силуминов на механические свойства фасонных отливок.

Для определения зависимостей механических свойств от параметров микроструктуры отбирались образцы, вырезанные из различных зон диска колеса, анализируемые зоны указаны на рисунке 1. Химический состав плавов варьировался в небольших пределах (11,0-11,6 % Si; 0,08-0,1% Mg; 0,08-0,1% Ti; 0,03-0,04% Sr) и по каждому элементу не выходил за интервалы требований ГОСТ 1583-93.

Микроструктура сплава АК12 в модифицированном состоянии содержит следующие структурные составляющие: α (Al) – твердый раствор; эвтектика (α (Al)+ Si); β -фаза (Al_5SiFe) и α (Al_8SiFe_2).

В образцах различных зон колеса количественно оценивалась микроструктура с помощью программы Axio Vision, Carl Zeiss с использованием измерительных модулей Interactive Measurement и Program Wizard. В микроструктуре образцов из сплава АК12

измеряли: дендритный параметр α -твердого раствора; объемную долю дендритов α -твердого раствора; объемную долю эвтектики; объемную долю непромодифицированной эвтектики; объемную долю эвтектического Si; объемную долю Si в эвтектике; длину частиц кремния в эвтектике; длину частиц железистой β -фазы. Механические свойства (σ_b , $\sigma_{0,2}$, δ) определяли по результатам испытаний на растяжение при комнатной температуре по ГОСТ Р 50511. Для установления связей между механическими свойствами и параметрами микроструктуры использовали методы корреляционного и регрессионного анализов с компьютерной обработкой результатов.

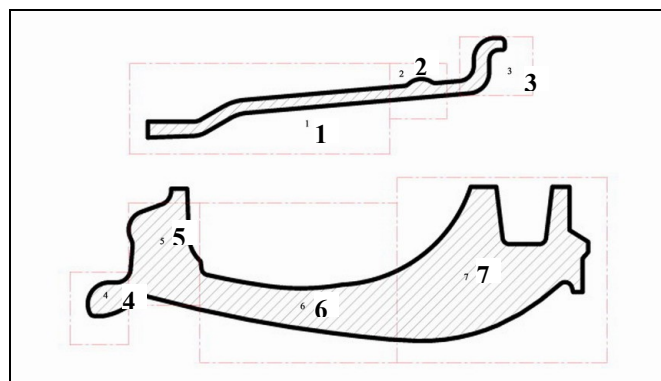


Рис. 1. Схема сечения колеса с указанием зон: 1 – обод; 2 – хамп I; 3 - внутренняя закраина; 4 - внешняя закраина; 5 – тепловой узел; 6 – спица; 7 – ступица

Коэффициенты парной корреляции имеют слабовыраженную положительную корреляцию временного сопротивления разрыву с объемной долей модифицированной эвтектики и объемной долей эвтектического Si; отрицательную слабовыраженную зависимость предела прочности с дендритным параметром α -твердого раствора, объемной долей дендритов α -твердого раствора и длиной кристаллов Si в эвтектике.

По результатам корреляционного анализа было установлено, что коэффициенты парной корреляции между параметрами микроструктуры и прочностными свойствами сплава АК12, в исследуемом интервале 160-202 МПа, имеют слабую корреляцию или её отсутствие. Это означает, что зависимость механических свойств от количественных параметров структуры имеет нелинейный характер и поэтому парный коэффициент корреляции, описывающий тесноту линейной связи между переменными непоказателен.

По результатам регрессионного анализа были построены уравнения, характеризующие взаимосвязь между механическими свойствами и параметрами микроструктуры. Полученные зависимости позволили сделать вывод о том, что основными параметрами микроструктуры, влияющим на прочностные свойства фасонных отливок из сплава АК12, является объемная доля эвтектики, дендритов α -твердого раствора и длина частиц Si в эвтектике. С увеличением объемной доли эвтектики в анализируемом диапазоне (55-80 %) прочностные свойства сплава возрастают, соответственно, с увеличением объемной доли дендритов α -твердого раствора – падают. Укрупнение частиц эвтектического кремния снижает прочностные свойства сплава АК12.

Максимальный уровень прочностных свойств в исследуемых отливках из сплава АК12 наблюдается при объемной доле эвтектики в интервале 72-76 % и длине частиц кремния в эвтектике 2-3 мкм, с увеличением длины частиц кремния прочность падает.

В структуре модифицированных силуминов количество непромодифицированной эвтектики колеблется от 5 до 35 %. С увеличением этого параметра прочностные и пластические свойства сплава АК12 снижаются, при этом содержание непромодифицированной эвтектики должно быть на нижнем уровне 5 – 10%. Из этого следует, что

для получения прочностных свойств на верхнем пределе необходимо соблюдать перечисленные параметры микроструктуры в указанном диапазоне.