

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СПЛАВА АК12 ПРИ РАЗЛИЧНОМ СООТНОШЕНИИ Fe:Mn.

Косович А.А.<sup>1</sup>, Богданова Т.А.<sup>2</sup>, Партыко Е.Г.<sup>1</sup>

Научные руководители д-р техн. наук, проф. Довженко Н.Н., канд. техн.  
наук, доцент Гильманшина Т.Р.

<sup>1</sup>«Сибирский федеральный университет», Красноярск (Россия)

<sup>2</sup>ООО «КиК», Красноярск (Россия)

В современных условиях зависимости промышленности от ситуации на мировом рынке отчётливо видно, что в последние годы идёт сокращение объёмов производства первичного алюминия. Вместе с тем заметно растёт доля выпускаемых алюминиевых сплавов, используемых в различных отраслях промышленности – в частности литейные сплавы в России в общем объеме производства алюминиевых сплавов составляют порядка 20% [1].

В связи с этим перед производителями остро стоит задача выпуска конкурентоспособной продукции при минимальных затратах и обеспечении высоких механических и эксплуатационных свойств. Это затрагивает и такую область машиностроения, как производство легкосплавных дисков автомобильных колес, для которых недопустимо применение относительно дешевых вторичных сплавов из-за высокого содержания примесей, снижающих уровень механических свойств. Поэтому литые диски в основном изготавливают из силуминов – сплавов системы Al-Si, обладающих высокой жидкотекучестью, удовлетворительной коррозионной стойкостью, малым удельным весом.

Силумины обычно содержат от 5 до 14% Si, т.е. на несколько процентов больше или меньше эвтектической концентрации. Структура немодифицированных силуминов имеет грубую игольчатую эвтектику, состоящую из твердого раствора кремния в алюминии и кремния, что обуславливает невысокий уровень механических свойств таких сплавов. На уровень механических свойств силуминов также существенно влияют примеси железа, присутствующие в промышленных сплавах и образующие при кристаллизации включения фазы Al-Fe-Si игольчатой формы, что приводит к значительному снижению прочности и пластичности сплавов. ГОСТ [2] допускает в эвтектическом силумине АК12 до 0,7% железа при литье в землю, до 1% при литье в кокиль и до 1,5% при литье под давлением.

При литье под низким давлением содержание железа допускается до 0,5-2% и рассматривается с точки зрения положительного эффекта предотвращения пригара отливок к стенкам пресс-форм и значительного увеличения твёрдости сплава при незначительном снижении прочности. Важно отметить, что в качестве элемента-компенсатора марганец вводится в силумины в количестве 50-100% от содержания в сплаве железа. Так же вместо марганца может быть использован молибден при условии Mo:Fe = 1:10 [3].

Так как на ООО «КиК» (г. Красноярск) диски автомобильных колёс методом литья под низким давлением производятся в том числе из силумина АК12, то для нейтрализации негативного влияния железа на механические свойства отливок в сплав вводится марганец в различных соотношениях к железу.

В виду вышесказанного, для оценки целесообразности изменения отношения Fe:Mn были проведены соответствующие исследования микроструктуры и механических свойств трёх образцов, а так же с помощью металлической формы были получены пробы их жидкотекучести [4]:

№1 – с незначительным содержанием Mn,  
№2 – Fe:Mn = 1:0,5,  
№3 – Fe:Mn = 1:1.

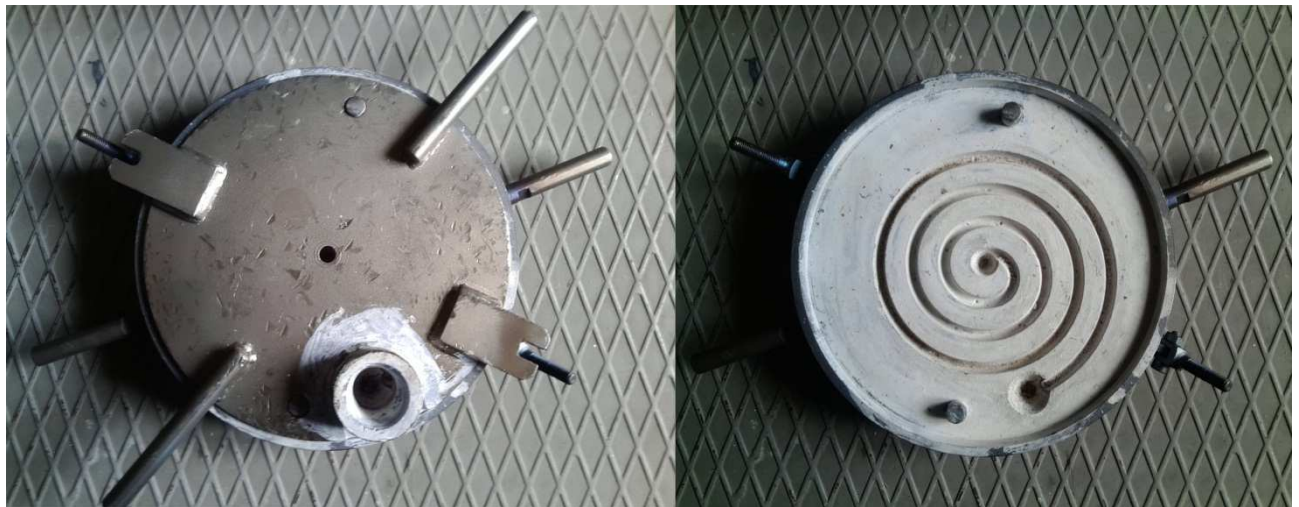


Рис. 1. Металлическая форма для получения проб жидкотекучести металлов

На рис. 2 показана структура сплава с незначительным содержанием марганца по отношению к железу, содержащая модифицированную эвтектику и грубые иглы  $\beta$ -фазы.

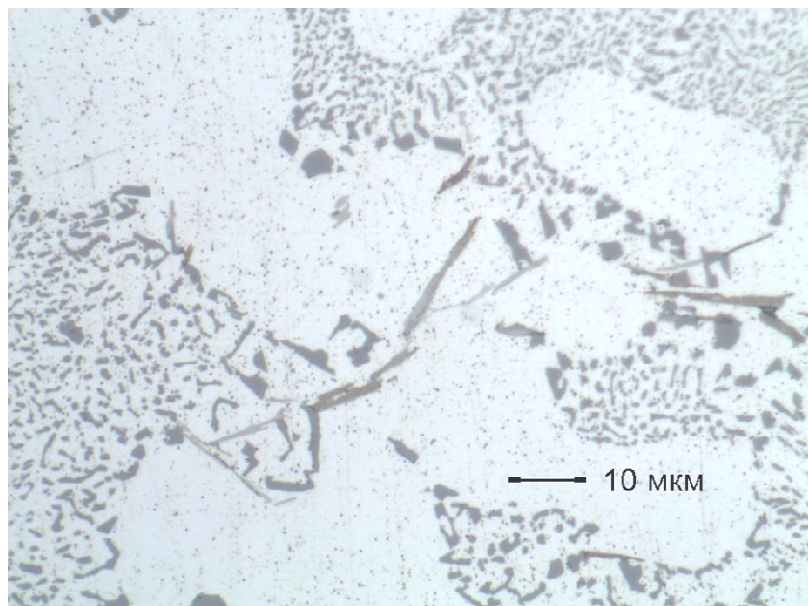


Рис. 2. Структура сплава АК12 с незначительным содержанием Mn

При соотношении Fe:Mn = 1:0,5 получаем сплав с не модифицированной структурой эвтектики, содержащей грубые включения  $\alpha$ -фазы (рис. 3).

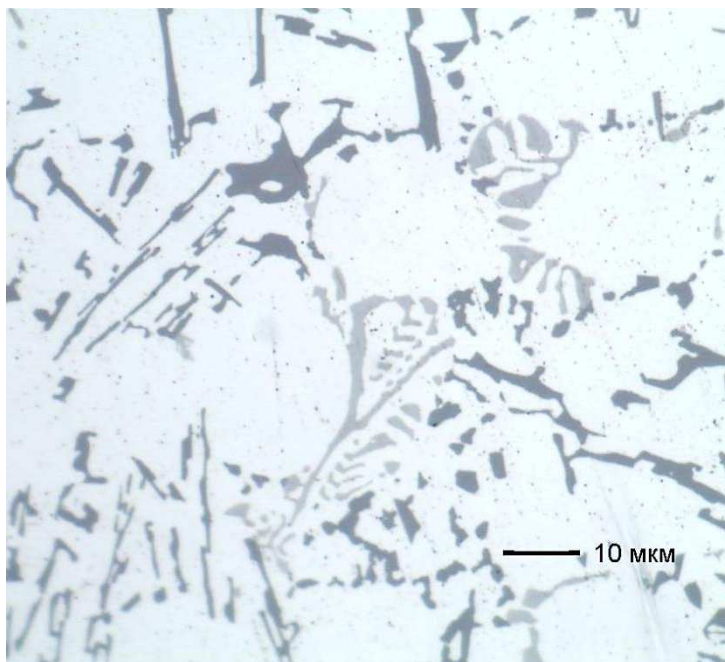


Рис. 3. Структура сплава АК12 с соотношением Fe:Mn = 1:0,5

Дальнейшее увеличение содержания марганца в сплаве и доведение соотношения Fe:Mn до 1:1 дает не модифицированную структуру с мелкодисперсными включениями  $\alpha$ -фазы в составе тройной эвтектики (рис. 4).



Рис. 4. Структура сплава АК12 с соотношением Fe:Mn = 1:1

Данная структура, получившая название «китайский шрифт», свидетельствует о том, что введение элемента-компенсатора в необходимом количестве подавляет образование иглообразной  $\beta$ -фазы, в результате чего увеличивается жидкотекучесть сплава (рис. 5).

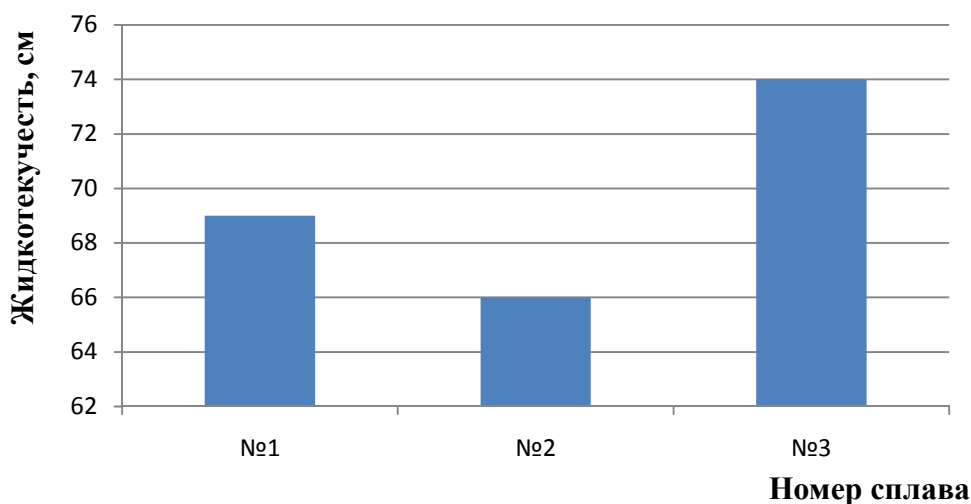


Рис. 5. Жидкотекучесть сплавов АК12 с различным соотношением Fe:Mn

Данная тенденция наблюдается и при сравнении прочностных свойств образцов (рис. 6): видно, что доведение соотношения Fe:Mn до 1:1 увеличивает предел прочности сплава, в то время как при соотношении 1:0,5 прочность оказывается ниже прочности сплава первого образца, содержащего незначительное количество компенсатора.

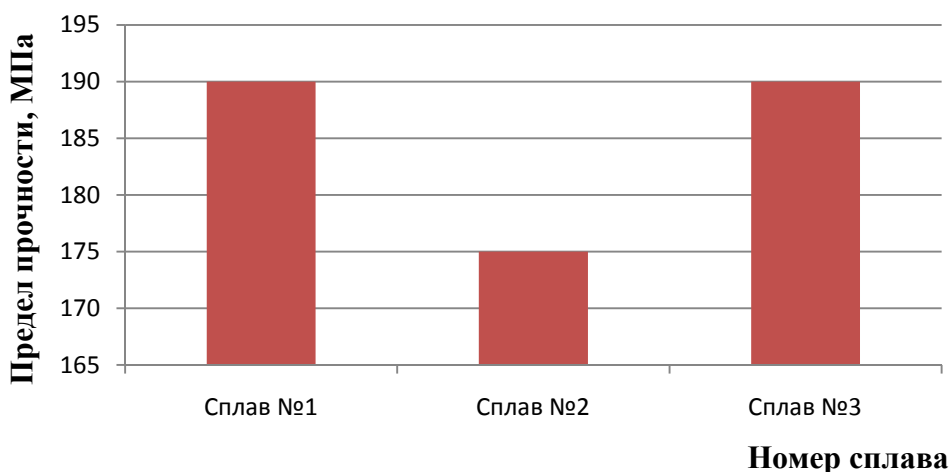


Рис. 6. Прочность сплавов АК12 с различным соотношением Fe:Mn

### Заключение

Проведённые исследования показывают, что одним из путей получения продукции с повышенными эксплуатационными свойствами, а именно легкосплавных дисков, при сохранении конкурентоспособной себестоимости, является изменение состава широко применяемого силумина АК12.

Изменение состава сплава при этом заключается в ведении элементов-компенсаторов, которыми в данном случае могут служить Mn или Mo, и варьировании их соотношения с Fe. В виду меньших экономических затрат при внедрении в производство рекомендуется использовать марганец.

### **Список литературы**

1 Аналитический бюллетень. Metallургия: тенденции и прогнозы // ООО РА «РИА Рейтинг» – 2013. – №12.

2 ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 32 с.

3 Строганов Г. Б. Сплавы алюминия с кремнием: науч. изд./ Г.Б. Строганов, В.А. Ротенберг, Г.Б. Гершман. – М.: Metallургия – 1977. – 271 с.

4 ГОСТ 16438-70 Формы песчаная и металлическая для получения проб жидкотекучести металлов – Москва : ИПК Издательство Стандартов, 1999. – 30 с.