**Анализ влияния добавок Ni, Mn, Fe, Si на микроструктуру и фазовый состав заэвтектических алюминиево-кальциевых сплавов**

***Барыкин М.А., Белов Н.А., Наумова Е.А., Дорошенко В.В.***

*Аспирант, 3 год обучения*

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»*  
*Институт экотехнологий и инжиниринга, Москва, Россия*

*E-mail:* [mr.barykin97.97@mail.ru](mailto:mr.barykin97.97@mail.ru)

Для многих изделий современной техники требуются легкие материалы с заданным комплексом физико-механических свойств [1]. В частности, для производства поршней двигателей внутреннего сгорания, работающих при температурах до 300 °С, требуются материалы, которые должны обладать достаточными механическими и физическими свойствами. В настоящее время для изготовления поршней двигателей применяют заэвтектические силумины, которые обладают достаточными физическими свойствами для применения их в ДВС. Однако силумины обладают рядом серьезных недостатков – хрупкостью кремниевой фазы и необходимостью в модифицировании, что является достаточно сложной технологической задачей. В качестве альтернативы заэвтектическим силуминам предлагаются заэвтектические алюминиево-кальциевые сплавы. Главной особенностью алюминиево-кальциевых сплавов является, то, что дисперсное строение эвтектики может быть достигнуто без использования модификаторов [1]. В частности, в более ранних работах, было показано, что в системе Al — Ca — Ni в равновесии с алюминиевым твердым раствором (Al) могут находиться не только фазы из двойных систем (Al4Ca, и Al3Ni), но и соединение Al9NiCa. Это тройное соединение в составе эвтектики (Al) + Al4Ca + Al9NiCa, содержащей около 6 % Ca и 3 % Ni, характеризуется субмикронным строением и способно к сфероидизации при отжиге. В качестве дополнительных эвтектикообразующих легирующих компонентов рассматривались железо, кремний и марганец исходя из соображений экономолегирования [1]

Основными объектами исследования были пять алюминиево-кальциевых сплавов. Из них 1 базовый сплав (без добавок) Al - 6 % Ca - 3 % Ni, 2 сплав Al-6 % Ca-3 %Ni-2 % Fe, 3 сплав Al-6 % Ca-3 % Ni-2 % Si, 4 сплав Al-6 % Ca-3 % Ni-2 % Mn, 5 сплав Al-8 % Ca-1 % Ni-2 % Mn [1].

В результате работы были получены следующие результаты:

С использованием экспериментальных и расчетных методов проведен анализ фазового состава сплавов Al — 6 % Ca — 3 % Ni — 2 % X, где Х — Fe, Si, Mn. Установлено, что добавка марганца приводит к образованию сравнительно небольших (dср ~ 20 мкм) компактных первичных кристаллов двух 4-компонентных фаз. Предположительно они представляют собой фазы на основе тройных соединений Al9CaNi и Al10CaMn2. Добавки железа и кремния приводят к формированию грубых иглообразных кристаллов, которые заведомо неприемлемы с точки зрения механических свойств. Определен состав эвтектик в четверных сплавах. Во всех экспериментальных Al-Ca сплавах наблюдается более тонкая эвтектика способная сфероидизироваться при нагреве до и выше 500 °С в отличие от более грубой Al — Si эвтектики в силумине АК18. Сравнение технологичности экспериментального сплава Al — 8 % Ca — 1 % Ni — 2 % Mn и марочного силумина АК18 показало преимущество первого. По совокупности характеристик он может рассматриваться в качестве основы для разработки заэвтектических сплавов нового поколения как альтернативы поршневым силуминам типа АК18 [1].

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 20-19-00746П*

**Литература**

1. Белов Н.А., Наумова Е.А., Дорошенко В.В., Барыкин М.А. Сравнительный анализ влияния добавок Ni, Mn, Fe и Si на микроструктуру и фазовый состав заэвтектических алюминиево-кальциевых сплавов. Известия вузов. Цветная металлургия. 2021. Т. 27. No. 6. С. 40–51. DOI: dx.doi.org/10.17073/0021-3438-2021-6-40-51