

Д.Н.Худокормов, А.М.Галушко,  
С.Н.Лекаш, Г.В.Довнар,  
Г.Г.Тарасов

## ВЛИЯНИЕ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ С ЖЕЛЕЗОМ И ХРОМОМ

Одним из перспективных способов упрочнения алюминиевых сплавов является введение в их структуру тугоплавких интерметаллидов. Созданные таким образом композиционные материалы обладают малым удельным весом, высокой жаропрочностью, износоустойчивостью и низким коэффициентом линейного расширения. Вместе с тем интерметаллиды кристаллизуются, как правило, в игольчатой форме, снижая тем самым прочностные и особенно пластические свойства сплавов. Поэтому многие исследователи пытаются использовать положительное влияние интерметаллидов на свойства сплавов путем создания в отливках направленной кристаллизации.

Данный технологический прием позволяет получать материал, имеющий достаточно высокие свойства только в направлении, параллельном росту интерметаллических включений.

Изменение формы кристаллизации тугоплавких включений с пластинчатой на компактную позволило бы снизить анизотропию свойств отливок и повысить пластичность сплавов.

В настоящем исследовании изучалась возможность регулирования процесса структурообразования алюминидов железа и хрома в бинарных сплавах алюминия методом микролегирования расплава различными элементами.

В качестве шихтовых материалов использовались материалы высокой степени чистоты: алюминий марки А999, карбонильное железо марки В-3 и электролитический хром. Плавка проводилась в адуновых тиглях в атмосфере аргона. Исследовалось влияние присадок Li, Na, K, Ca, Zn, Cd, Mg, B, Ga, In, Ti, Sn, Pb, P, Sb, Bi, S, Se, Te, I. Присадки вводились в количестве 0,01, 0,05, 0,1, 0,2 и 0,5% к весу сплава. Полученные слитки подвергались металлографическому анализу.

В структуре исходного сплава алюминия с 5% железа наблюдаются игольчатые включения фазы  $FeAl_3$ . Микролегирование расплава

Na, Li, P, S, Se и Te способствует измельчению первичных интерметаллидов, однако форма их остается игольчатой. Другие из исследованных примесей не оказывают существенного влияния на форму кристаллов  $FeAl_3$ . Не удалось получить положительных результатов также изменением скорости охлаждения образцов.

В следующей серии опытов железосодержащая фаза усложнялась по составу путем дополнительного легирования исследуемого сплава переходными металлами: марганцем, кобальтом, хромом, никелем, молибденом, которые вводились в количестве 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 и 4,0% от веса сплава.

Анализ структуры образцов позволил выявить следующие особенности кристаллизации железосодержащей фазы. Марганец, хром и молибден, растворяясь в  $FeAl_3$  [1], способствуют образованию утолщенных включений изучаемого интерметаллида. Дополнительное микролегирование усложненного по составу сплава серой, селеном и теллуром изменяет форму включений с пластинчатой на равноосную при сильном их размельчении. Кобальт и никель во всем интервале исследуемых присадок не влияют на форму железосодержащей фазы. Не изменяется она и при последующем вводе в сплав элементов VI группы.

С целью проверки влияния эффективных присадок на механические свойства сплавов Al-Fe, содержащего марганец, стандартные образцы диаметром 12 мм отливались в стальной покрашенный кокиль. Результаты механических испытаний показаны на рис. 1, из которого видно, что совместное введение в сплав марганца и элемента VI группы повышает прочность сплава в 1,7-2 раза, пластичность в 4-6 раз.

В сплавах системы Al-Cr соединение  $CrAl_7$  кристаллизуется первично до концентрации хрома 2% и имеет грубоигольчатое строение. Микролегирование серой, селеном и теллуром изменяет форму алюминида хрома с игольчатой на компактную. Подобное, но менее эффективное действие оказывают присадки натрия.

Не замечено изменения формы кристаллических образований фазы  $CrAl_7$  при введении в сплав других изученных элементов.

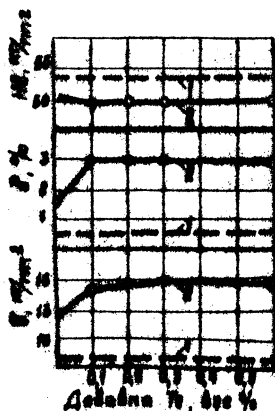


Рис. I. Влияние марганца и теллура на механические свойства сплавов Al-Fe: 1-Al+6% Fe; 2-Al+3% Fe + 3% Mn с добавками теллура

Таким образом установлено, что форма некоторых интерметаллидов может существенно изменяться под влиянием определенных примесей. Необходимым условием эффективного действия этих присадок является наличие у переходного металла, образующего интерметаллид, пяти электронов на  $d$  - оболочке. Полученные результаты позволяют создавать материалы, обладающие благоприятным сочетанием пластических и прочностных свойств при различных температурах.

#### Л и т е р а т у р а

1. В у л ь ф Б.К. Тройные металлические фазы в сплавах. "Металлургия". 1964.