

**А. В. Косинская, В. А. Середенко**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ БИНАРНЫХ Al–Zr СПЛАВОВ, ПРОИСХОДЯЩЕЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КРИСТАЛЛИЗУЮЩИЕСЯ РАСПЛАВЫ**

Образование крупнозернистой ориентированной структуры в слитках является причиной возникновения межкристаллитных трещин при литье и обработке, порождает анизотропию свойств в литом металле. Для получения равномерной мелкозернистой структуры в слитках и отливках в алюминий и его сплавы вводят микродобавки тугоплавких элементов. [1]. Элементом – модификатором алюминиевых сплавов считается цирконий. Его вводят в виде лигатур, что способствует измельчению структуры и повышению механических свойств алюминия. [2]. Однако, в промышленности цирконий не нашел широкого применения из-за необходимости ввода его в относительно больших концентрациях: наибольший эффект измельчения достигается при содержании 0,4–0,45% Zr. [3].

Значительную перспективу в современной металлургии и литейном производстве представляют физические способы модифицирования литой структуры сплавов. Использование технологий физического модифицирования имеет неоспоримое преимущество по сравнению с другими способами обработки расплавов. При этом не изменяется химический состав металла, не накапливается в нем при последующих переплавах количество примесей. Физическое воздействие на расплав может быть осуществлено в период его заливки в форму или при кристаллизации. Одним из способов физического модифицирования является электромагнитное воздействие. Управление процессом кристаллизации расплава при этом позволяет обеспечивать формирование структуры, определяющей уровень требуемых свойств литого металла или сплава. [4].

С целью установления влияния однородного постоянного магнитного поля индукцией 0,25Тл исследовали бинарные сплавы системы Al–Zr, в перитектической области составов диаграммы состояния. В качестве шихтовых материалов использовали алюминий технической чистоты и лигатуру, содержащую 3,35%мас. Zr. Плавки проводили в электропечи сопротивления в графитовых тиглях при температуре 820–860<sup>0</sup>С. Металл разливали в графитовые формы. Температура форм во всех опытах составляла 18–22<sup>0</sup>С. Одна из форм была

установлена в зазор постоянного магнита, а другая находилась в свободном пространстве лаборатории. Образцы остывали вместе с формами. Во всех экспериментах температурный и временной режимы, условия разливки и затвердевания сплавов выдерживали постоянными. Содержание циркония в сплавах определяли методами спектрального, микрорентгеноспектрального и рентгенофлуоресцентного анализов. В результате было установлено, что полученные сплавы содержали циркония: сплав №1 – 0,037 – 0,042% масс; №2 – 0,094 – 0,11%мас; №3 – 0,22 – 0,26%мас. Были проведены металлографические исследования с параллельным определением микротвердости отдельных фаз структуры.

Все сплавленные материалы вышеприведенных составов имеют микрокристаллическое зернистое строение. Размер зерен  $\alpha$ -твердого раствора алюминия возрастает с повышением содержания циркония в сплаве. Но магнитное поле способствует измельчению структуры сплавов. Полученные данные приведены ниже.

Сплав	Содержание циркония, мас.%	Средний размер зерна $\alpha$ -фазы, мкм	
		При воздействии магнитного поля	Без воздействия магнитного поля
1	0,037-0,042	от 20x20 до 50x50	от 50x50 до 100x150
2	0,094-0,11	от 25x25 до 50x100	от 50x50 до 150x200
3	0,22-0,26	от 25x25 до 75x75	от 75x75 до 200x200

При этом наблюдается также некоторое повышение микротвердости  $\alpha$ -фазы в образцах, кристаллизовавшихся в условиях действия магнитного поля: с 16,8 до 18,3 кг/мм<sup>2</sup> (сплав №1); с 12,7 до 15,3 кг/мм<sup>2</sup> (сплав №2) и с 12,2 до 14,4 кг/мм<sup>2</sup> (сплав №3).

Таким образом, магнитное поле способствует усилению модифицирующего действия вводимого в алюминий циркония, уменьшению среднего размера зерен  $\alpha$ -твердого раствора алюминия в 2–3 раза. При этом измельчающий эффект достигается уже при содержании циркония 0,03–0,04 мас.%, что в 10 раз меньше известного [5], когда размер зерен  $\alpha$ -фазы составлял 95 мкм при введении 0,3% Zr.

### Список литературы

1. Мальцев М.В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов. – М: Metallurgia. - 1970. - С. 364.

2. Белов В.Д., Дибров И.А. Модифицирование доэвтектических алюминиевых сплавов циркониевыми лигатурами, закаленными из жидкого состояния. // Литейщик России. – 2011. - №1. – С. 41 – 44.
3. Бондарев Б.И., Напалков В.И., Тарарышкин В.И. Модифицирование алюминиевых деформируемых сплавов. – М: Металлургия. - 1979. – С. 224.
4. Селянин И.Ф., Деев В.Б. Физические модифицирующие воздействия и характер кристаллизации литейных сплавов. // Литейщик России. – 2012. - №4. – С. 31-33.
5. Елагин В.И. Легирование деформируемых алюминиевых сплавов переходными металлами. – М: Металлургия. - 1975. – С. 248.

УДК 669.018.28:533.9

**В. Н. Костяков, А. А. Волошин**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

### **ПЛАЗМЕННЫЕ ПРИСТАВКИ К ИНДУКЦИОННЫМ ПЕЧАМ**

Анализ работы индукционных печей показывает, что они неэффективны на режиме подогрева шихты до температуры плавления, их работа характеризуется низким значением термического КПД. Поэтому интенсификация процесса плавки позволяет существенно повысить эффективность работы печей.

Применение дополнительного плазменного нагрева в печи позволяет не только интенсифицировать плавку, но и вести плавку активным металлургическим процессом за счет высокой жидкоподвижности шлака.

Использование в качестве рабочего газа аргона практически устраняет угар легирующих элементов и повышает качество выплавляемого металла. Рафинирующая способность плазменной дуги дает возможность снизить в металле содержание газов на 30-40 % и уменьшить содержание неметаллических включений на 40-50 %. При этом неметаллические включения уменьшаются в размере, округляются и равномерно распределяются в матрице сплава. Это существенно повышает пластические характеристики и ударную вязкость литого металла.

В ФТИМС НАН Украины разработаны плазменные приставки к индукционным печам емкостью 0,16-10 т (таблица).

Следует отметить, что институт имеет большой опыт внедрения этого оборудования на машиностроительных предприятиях СНГ. Однако неэффективная