

УДК 621.365.58:669.715

Г.В.Геллер (асп., каф. СиС), Е.И.Казакова, вед. инж., А.А.Казаков, д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА СТРУКТУРЫ СПЛАВОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ В ПОЛУТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Контроль качества структуры сплавов по ходу технологического передела важен для производства многих материалов. Особое значение этот контроль имеет на этапе создания новых сплавов и технологии их получения. Технологии обработки сплавов в полутвердом состоянии в последнее десятилетие получили большое развитие, однако пока не разработано универсального критерия для оценки качества структуры этих материалов.

Целью данной работы является исследование параметров структуры полутвердых материалов, которые могли бы служить критерием их качества.

Эксперименты проводили методом повторного нагрева сплава АК7 с недендритной структурой, полученной индукционным перемешиванием переохлажденного расплава. Повторный нагрев проводился в печи сопротивления, управляемой высокочувствительной картой Advantech PCL-818HG, с использованием программного приложения Fuse. Все образцы обрабатывались по режиму: нагрев до 585°C, выдержка в течение 7 минут и закалка в воду. Шлифы, подготовленные на оборудовании фирмы Buehler, после травления исследовали на анализаторе изображения Thixomet. Исследовали панорамы структур размером 6 полей зрения каждая, полученные при увеличении $\times 200$.

Среди многочисленных параметров структуры, важных для технологии полутвердых материалов, таких как объемная доля, размер, морфология и ширина шеек зерен α -твердого раствора, доля эвтектики, захваченной этими зернами и пористость, следует выделить коэффициент смежности, который в литературе последних лет представлен как ключевой.

В зависимости от методики определения различают три метода расчета коэффициента смежности. При использовании первых двух методов расчеты ведут по формуле:

$$C_{\alpha} = \frac{2S_{\alpha\alpha}}{(2S_{\alpha\alpha} + S_{\alpha l})}, \quad (1)$$

где $S_{\alpha\alpha}$ – ширина «шейки» зерна α -твердого раствора, а $S_{\alpha l}$ – периметр или выпуклый периметр зерен α -твердого раствора, в первом и во втором методе соответственно.

В третьем методе используют случайные секущие для расчета этого коэффициента:

$$C_{\alpha} = \frac{2m_{\alpha\alpha}}{(2m_{\alpha\alpha} + m_{\alpha l})}, \quad (2)$$

где $m_{\alpha\alpha}$ – среднее количество точек пересечения секущих с границами α - α , $m_{\alpha l}$ – среднее количество точек пересечения секущих с межфазными границами α -раствор–эвтектика.

Как следует из стереометрической металлографии, и было подтверждено в проведенных экспериментах, необходимо обработать 1600 точек пересечений секущей с соответствующими границами фаз, чтобы обеспечить 5%-ю относительную ошибку определения C_{α} , с доверительной вероятностью 95%, что соответствует 80 секущим для исследуемых структур, при увеличении $\times 200$.

Для проверки адекватности расчетов по этим методам выбрали 5 структур сплавов с содержанием объемной доли α – твердого раствора от 40 до 80%, при этом связанность структуры повышалась по мере роста этой доли, что закономерно должно было отразиться

на величине коэффициента смежности C_α , характеризующего удельную ширину шеек зерна α -твердого раствора. На рис. 1. приведены результаты расчета коэффициентов смежности, определенные с помощью первого, второго и третьего метода, соответственно, $C_{\alpha 1}$, $C_{\alpha 2}$ и $C_{\alpha 3}$. Как следует из этих результатов, только третий метод расчета дает адекватную зависимость коэффициента C_α от доли α -твердого раствора (V_α): с повышением этой доли закономерно повышается связанность структуры. Поэтому для дальнейших исследований использовали только метод случайных секущих.

Для дальнейших исследований, количество анализируемых структур сплавов увеличили до 36. Результаты этих измерений приведены на рис. 2-4, где показано влияние объемной доли α -твердого раствора на другие важные параметры его зерен: средний диаметр конгломератов (D_α , рис. 2), морфологию, характеризуемую соотношением периметра и выпуклого периметра (p/c , рис. 3), среднюю ширину шеек конгломератов зерен ($D_{ш}$, рис. 4).

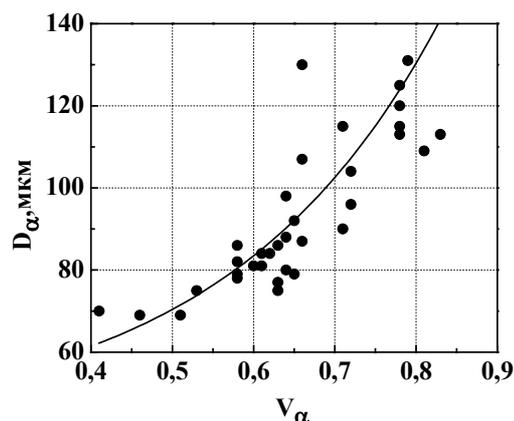
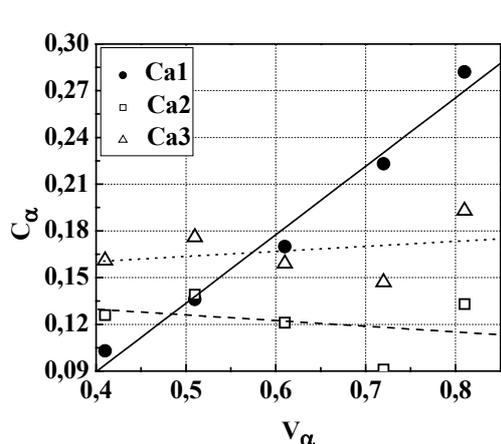


Рис. 1. Влияние объемной доли α - твердого раствора на коэффициент смежности для разных методов расчета.

Рис. 2. Влияние объемной доли α - твердого раствора на размер его конгломератов.

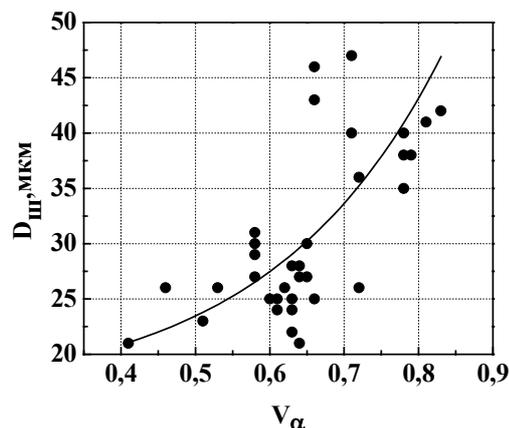
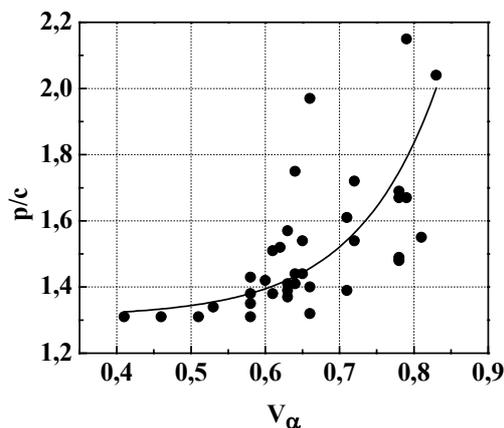


Рис. 3 Влияние объемной доли α - твердого раствора на его морфологию.

Рис. 4 Влияние объемной доли α - твердого раствора на среднюю ширину его шеек.

Как следует из этих результатов, в отличие от коэффициента смежности, все вышеуказанные зависимости имеют экспоненциальный характер: плавный рост параметров при повышении доли α - твердого раствора до 0,6, переходящий в резкий рост при дальнейшем повышении этой доли.

Таким образом, разработана методика адекватной оценки коэффициента смежности для исследованных структур сплавов. Показано доминирующее влияние объемной доли α -

фазы на связанность структуры, характеризуемую как коэффициентом смежности, так и другими важными параметрами структуры исследуемых сплавов.