

УКД 621.74

И.Ч.Вербицкий (5 курс, каф. ФХЛСиП), В.М.Голод, к.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМНОЙ УСАДКИ СПЛАВОВ Fe-C-X (X = Si, Mn, Cr)

Целью работы является исследование влияния состава многокомпонентных сплавов Fe-C-X (X = Si, Mn, Cr) на усадочные характеристики сплавов на основе информации о критических точках диаграммы состояния и количестве поэтапно выделяющейся твердой фазы при равновесной кристаллизации. Для изучения влияния указанных факторов на объемную усадку был проведен расчет изменения объема различных фаз в зависимости от температуры для ряда сплавов в пределах 0...2,7 ат. % C; 1...5 ат. % X (X=Si, Cr, Mn). Полученные данные показали, что изменение объема происходит поэтапно, в соответствии с изменением количества фаз, которые образуются или расходуются в результате превращений, характерных для сплава в соответствии с диаграммой состояния при соответствующих температурах.

При помощи термодинамического моделирования ранее было исследовано, каким образом меняется количество фаз с понижением температуры. Для этого все исследуемые в работе сплавы разделены на следующие группы:

1. Внеперитектические сплавы, при первичной кристаллизации которых выделяется только δ -твердый раствор, который после затвердевания претерпевает твердофазное превращение $\delta \rightarrow \gamma$.
2. Доперитектические сплавы, в которых кристаллизация δ -фазы из жидкости охватывает менее 100% жидкой фазы; сплавы этой группы дополнительно испытывают перитектическое превращение, которое протекает с избытком δ -фазы, поэтому после завершения перитектической кристаллизации происходит твердофазное превращение $\delta \rightarrow \gamma$.
3. Заперитектические сплавы, при кристаллизации которых наблюдается выделение из жидкой фазы как δ -фазы на первом этапе, так и γ -фазы на заключительном этапе. Это происходит вследствие неполного протекания перитектического превращения, выраженного в том, что после завершения перитектического превращения остается остаточная жидкость, из которой впоследствии выделяется γ -фаза.
4. Внеперитектические сплавы, кристаллизующиеся с образованием γ -твердого раствора.

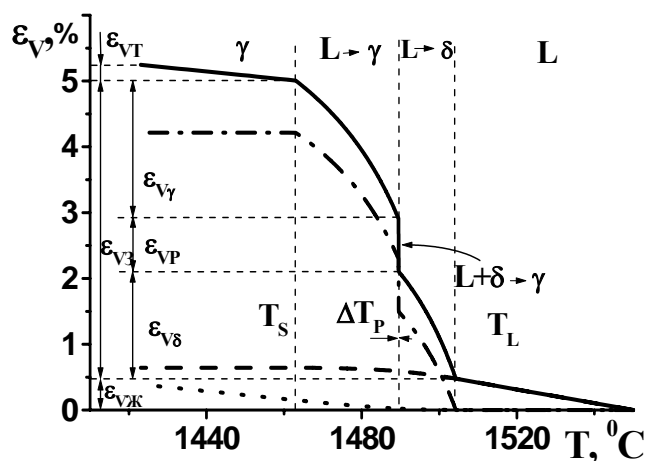


Рис. 1. Этапы изменения объема различных фаз в зависимости от температуры при кристаллизации заперитектического сплава системы Fe - 1,1 ат.%C - 3,0 ат.%Mn

При кристаллизации заперитектических сплавов, которые относятся к 3 группе (рис. 1), протекают следующие этапы объемной усадки:

- жидкой фазы ε_{VL} при снятии перегрева;
- δ -фазы $\varepsilon_{V\delta}$ вследствие фазового перехода по реакции $L \rightarrow \delta$;
- в результате образования перитектики ε_{VP} по реакции $L + \delta \rightarrow \gamma$;
- γ -фазы вследствие фазового превращения по реакции $L \rightarrow \gamma$;
- γ -фазы $\varepsilon_{V\gamma}$ вследствие изменения объема в твердом состоянии.

Введение в систему Fe-C легирующих элементов и увеличение их содержания в сплаве приводит к изменению температур ликвидуса и солидуса и смещению на диаграмме состояния концентрационных границ А, В и С (рис. 2) областей фазовых превращений.

В сплавах, лежащих левее точки А (1 группа), общая усадка содержит только усадку области $\varepsilon_{V\delta}$, которая по мере увеличения содержания углерода незначительно увеличивается. В области между точками А и В (сплавы 2 группы), величина $\varepsilon_{V\delta}$ уменьшается, а ε_{VP} быстро растет, что дает повышение усадки ε_{V3} по мере увеличения углерода. Между точками В и С (сплавы 3 группы) $\varepsilon_{V\delta}$ и ε_{VP} падают до нуля, а $\varepsilon_{V\gamma}$ резко возрастает. Левее точки С (сплавы 4 группы) полная усадка складывается из $\varepsilon_{V\gamma}$, которая с увеличением содержания углерода практически не меняется.

Повышение содержания Mn (рис.2), Cr или Si в сплавах приводит к сужению или расширению областей, отвечающих за усадку той или иной фазы, с присущими каждому элементу особенностями.

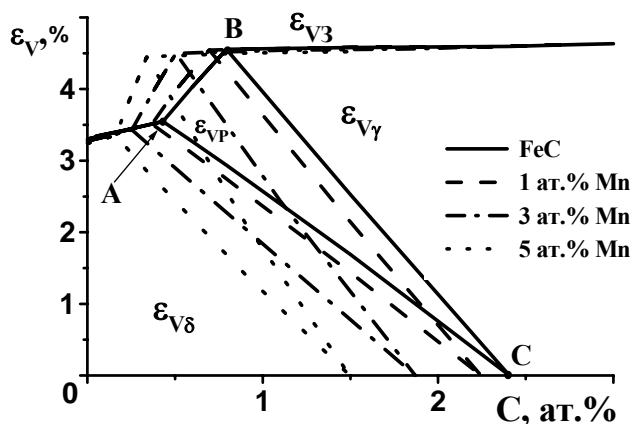


Рис. 2. Этапы объемной усадки при затвердевании сплавов системы Fe-C-Mn в зависимости от содержания углерода и марганца