

И. Н. БОГАЧЕВ, Г. Е. ЗВИГИНЦЕВА

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО СОСТОЯНИЯ АУСТЕНИТА НА МАРТЕНСИТНОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ

(Представлено академиком Г. В. Курдюмовым 2 VII 1973)

Особенностью Fe—Mn сплавов, содержащих 17—28% марганца, является наличие магнитной перестройки аустенита из парамагнитного состояния в антиферромагнитное и мартенситного ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-превращения, температура начала которого в зависимости от содержания марганца лежит выше или ниже точки Нееля (T_N). Влиянию магнитного состояния аустенита на структуру и полноту ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-мартенситного превращения в сплавах не придавалось значения, хотя имеющиеся данные показывают, что магнитное превращение приводит к аномалиям в температурной зависимости механических свойств⁽¹⁾, т. е. к изменению характеристики, оказывающей влияние на мартенситное превращение^(2, 3).

В настоящей работе приведены результаты исследований влияния магнитного состояния аустенита на образование ϵ -мартенсита в Fe—Mn сплавах.

Для исследований были взяты сплавы с содержанием марганца от 19 до 30% и дополнительно легированные кремнием и кобальтом. Исходное состояние получили закалкой от 1050°С в воде. Температуры магнитной перестройки T_N и начала ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-превращения M_s определяли на дифференциальном dilatометре типа Шевенара с использованием головок нормальной и повышенной чувствительности NS и HSS. Высокотемпературные рентгеновские исследования проводили на аппарате УРС-50И в камере КРВ с вакуумом 10^{-2} мм. рт. ст. Использовалось Fe-излучение.

Введение 1,86% Si в сплав с 20% марганца не влияет на M_s ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-превращения, но снижает точку Нееля⁽⁴⁾. Аналогичное действие кремний оказывает во всех Fe—Mn сплавах, претерпевающих ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-мартенситное превращение. Подобное влияние оказывает кобальт. Зависимости температур Нееля для сплавов с 4,7% Co и 1,86% Si подобны, но легирование кремнием сильнее снижает температуры магнитного превращения аустенита (рис. 1).

Исследования фазового состава показали, что как кремний, так и кобальт активизируют ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-превращение и влияние этих легирующих добавок повышается для сплавов с меньшим содержанием марганца. Однако присутствие кремния способствует более полному переходу аустенита в ϵ -фазу, например введение в сплав Г20 4,7% Co увеличивает количество гексагональной фазы после отжига на 15—20%, введение 1,86% Si на 25—30%.

Сравнение полученных данных по влиянию Si и Co на температуры магнитного и фазового превращений и влиянию их на полноту ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-мартенситного превращения показывает хорошую корреляцию между разницей температур M_s и T_N и склонностью сплавов к образованию ϵ -фазы. Чем больше интервал, когда ϵ -фаза образуется из парамагнитного аустенита, тем полнее протекает ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-превращение. Это хорошо согласуется со сложившимся в настоящее время представлением, что дефекты упаковки в аустените являются зародышами ϵ -фазы⁽⁵⁾. Исчезновение магнитного упорядочения (в соответствии с данными⁽⁶⁾) способствует снижению энергии дефектов упаковки, поэтому изменение магнитного состояния аустенита исследуемых сплавов будет оказывать влияние на перестройку г.д.к.-решетки в г.п.у.

Дополнительные данные в пользу этой точки зрения были получены из анализа результатов высокотемпературных рентгеновских исследований. Для сплавов Г20 и Г20С2 при охлаждении однофазная структура аустенита сохраняется до 100°С и лишь при этой температуре удается обнаружить следы ϵ -фазы (рис. 2а). (Характерным для этих результатов является то, что переход в г.п.у.-решетку происходит при более низких температурах, чем по данным дилатометрических исследований.) Снижение тем-

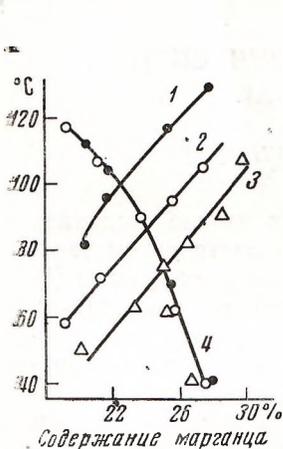


Рис. 1

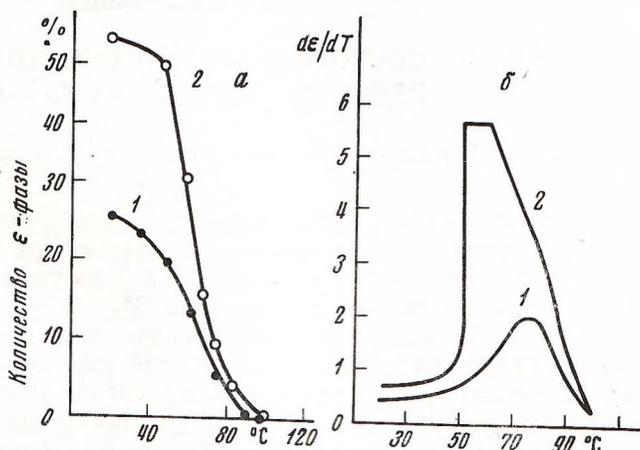


Рис. 2

Рис. 1. Влияние содержания марганца на температуры $(\gamma \rightarrow \epsilon)$ -превращения (4) и магнитной перестройки в сплавах Fe - Mn (1), Fe - Mn - 4,7Co (2), Fe - Mn - 1,86Si (3) сплавах

Рис. 2. Влияние температуры на количество (а) и скорость прироста (б) ϵ -фазы при охлаждении сплавов Г20 (1) и Г20С2 (2)

пературы до 70° не оказывает значительного влияния на ход кривых, но по мере дальнейшего охлаждения усиливается различие в степени распада аустенита. При этом температурные интервалы максимального прироста ϵ -фазы хорошо совпадают с температурами перестройки аустенита (рис. 2б). Наиболее отчетливо это проявляется для образцов из сплава с кремнием, охлаждение которых от 50° (T_N) до комнатной температуры увеличивает количество ϵ -фазы только на 8-10%, т.е. увеличение полноты $(\gamma \rightarrow \epsilon)$ -мартенситного превращения в сплаве Г20С2, по сравнению со сплавом Г20, обусловлено не только увеличением скорости прироста ϵ -фазы (ср. например, интервал 100-70°С), которое, по-видимому, определяется изменением энергии дефектов упаковки за счет легирования кремнием, но и увеличением температурного интервала образования ϵ -фазы в парамагнитном аустените.

Таким образом, наличие магнитного превращения в аустените Fe-Mn сплавов следует рассматривать как один из факторов, оказывающих влияние на $(\gamma \rightarrow \epsilon)$ -мартенситное превращение.

Уральский политехнический институт
им. С. М. Кирова
Свердловск

Поступило
4 VI 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. Н. Богачев, В. Ф. Егоров, Т. Л. Фролова, Физ. мет. и металловед. т. 33, 808 (1972). ² G. E. Bolling, R. H. Richman, Phil. Mag., v. 2, 247 (1969). ³ R. G. Davies, C. L. Magee, Met. Trans., v. 1, 10, 2927 (1970). ⁴ И. Н. Богачев, Е. Г. Звигинцева и др., Физ. мет. и металловед., т. 28, 1018 (1969). ⁵ Л. И. Лысак, Б. И. Николин, Там же, т. 20, 547 (1965). ⁶ В. А. Павлов, Н. И. Носкова, Р. И. Кузнецов, Там же, т. 24, 354 (1967).