

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 (<sup>1</sup>), т. е. к изменению характеристики, оказывающей влияние на мартенситное превращение (<sup>2, 3</sup>).

В настоящей работе приведены результаты исследований влияния магнитного состояния аустенита на образование  $\epsilon$ -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 (<sup>4</sup>). 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  $\epsilon$ -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  $\epsilon$ -фазы. Чем больше интервал, когда  $\epsilon$ -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  $\epsilon$ -фазы (<sup>5</sup>). Исчезновение магнитного упорядочения (в соответствии с данными (<sup>6</sup>)) 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  $\epsilon$ -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-

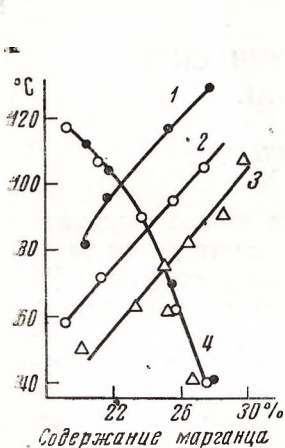


Рис. 1

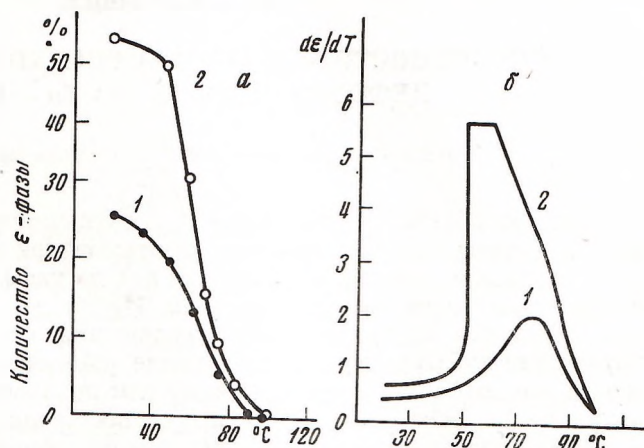


Рис. 2

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) сплавов

Рис. 2. Влияние температуры на количество (а) и скорость прироста (б)  $\epsilon$ -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  $\epsilon$ -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  $\epsilon$ -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  $\epsilon$ -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  $\epsilon$ -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

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