

вую очередь углерода. Представляет интерес выяснить, в какой мере обнаруженные в исследованных сплавах (содержащих около 0,02% С) особенности $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения связаны с присутствием в сплаве углерода.

ВЫВОДЫ

1. В сплавах Fe—Ni с концентрацией никеля от 5 до 20% $\gamma \rightarrow \alpha$ превращение может происходить двумя путями: термически активируемым и атермическим (мартенситным).

2. Термически активируемое (изотермическое) $\gamma \rightarrow \alpha$ превращение обладает чертами, отличающими его от нормальных полиморфных превращений и характерными для бейнитных и изотермических мартенситных превращений (затухает в изотермических условиях при наличии исходной фазы; количество α -фазы, образующейся в изотермических условиях, увеличивается при снижении температуры изотермы и др.).

3. Скорость и эффект изотермического $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения уменьшаются по мере увеличения содержания никеля и повышения давления (то есть по мере снижения T_0).

4. Температура начала изотермического $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения снижается при снижении T_0 быстрее, чем температура начала атермического превращения. В связи с этим в зависимости от легирования или давления взаимное расположение температурных интервалов термически активируемого и атермического $\gamma \rightarrow \alpha$ превращений может меняться, оба типа превращения могут наблюдаться в «чистом» виде или накладываться.

5. Особенности кинетики полиморфного $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения в сплавах Fe—Ni, так же как и особенности бейнитных превращений, связаны, по-видимому, с предсказанной Д. Е. Темкиным спецификой протекания бездиффузионных превращений внутри двухфазной области равновесной диаграммы состояний.

Институт металловедения и физики металлов
ЦНИИЧМ им. И. П. Бардина

Поступила в редакцию
24 июля 1972 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коган Л. И., Энтин Р. И. Проблемы металловедения и физики металлов, сб. 2, М., Metallurgizdat, 1951, стр. 204.
2. Энтин Р. И. Превращения аустенита в стали, М., Metallurgizdat, 1960.
3. Омельченко А. В., Эстрин Э. И. ФММ, 1968, 25, 821.
4. Gilbert A., Owen W. S. Acta Met., 1962, 10, 45.
5. Swanson W. D., Parr J. G. J. Iron a. Steel Inst., 1964, 202, 104.
6. Izumiyama M., Tsuchiya M., Imai Y. Sci. Reports Res. Inst. Tohoku Univ., 1970, A22, 93.
7. Эстрин Э. И. Итоги науки и техники, Металловедение и термическая обработка, М., ВИНТИ, 1971, стр. 5.
8. Перкас М. Д., Кардонский В. М. Высокопрочные мартенситностареющие стали, М., изд. «Металлургия», 1970.
9. Jones F. W., Pumphery W. I. J. Iron a. Steel Inst., 1949, 163, 121.
10. Kaufman L., Cohen M. Trans. AIME, 1956, 206, 1393.
11. Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов, т. 2, М., Metallurgizdat, 1962, стр. 723.
12. Курдюмов Г. В. Явления закалки и отпуска стали, М., Metallurgizdat, 1960.
13. Эстрин Э. И. ФММ, 1963, 15, 638.
14. Ройтбурд А. Л. Несовершенства кристаллического строения и мартенситные превращения, М., изд. «Наука», 1972, стр. 7.
15. Темкин Д. Е. Кристаллография, 1972, 17, 77.
16. Эстрин Э. И. ФТТ, 1971, 13, 1501.

УДК 669.35'71 : 536.424

**ДЕФОРМАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФОРМЫ
ПРИ МАРТЕНСИТНОМ ПРЕВРАЩЕНИИ В СПЛАВЕ
МЕДЬ—ОЛОВО***И. А. Арбузова, Ю. Н. Коваль, В. В. Мартынов, Л. Г. Хандрос*

В интервале температур прямого мартенситного превращения наблюдалось повышение пластичности в сплаве медь—олово, вызванное возникновением кристаллов мартенсита с преимущественной ориентировкой. При обратном мартенситном превращении происходит возврат формы, обусловленный восстановлением исходных кристаллов высокотемпературной фазы. Релаксация напряжений при изотермической выдержке ниже A_s смещает температурный интервал обратного мартенситного превращения и связанный с ним возврат формы в сторону более высоких температур.

Изменение формы областей, претерпевающих мартенситное превращение и последующее восстановление формы кристаллов исходной фазы при обратном переходе впервые было обнаружено на сплавах медь—олово [1]. Оно соответствует изменению формы элементарной ячейки с учетом аккомодации при бездиффузионной кооперативной перестройке решетки. Поскольку в поликристаллических образцах все ориентировки равновероятны и при мартенситных превращениях в каждом кристалле исходной фазы образуется определенное число ориентировок, соответствующих кристаллографическим взаимосвязям, размеры образца изменяются только за счет объемных изменений. В тех случаях, когда мартенситное превращение происходит под воздействием внешних напряжений, возникает преимущественная ориентировка кристаллов. Это приводит к макроскопической деформации, состоящей из суммы составляющих деформации превращенных областей.

Пластическая деформация образца, реализовавшаяся в результате мартенситного превращения, может быть снята нагревом при обратном переходе мартенситной фазы в исходную, поскольку каждая превращенная область восстанавливает исходную форму. Такое восстановление при нагреве после деформации в интервале температур мартенситного превращения, получившее название «эффекта памяти», в последнее время наблюдалось на ряде металлов и сплавов [2—5]. Особенно отчетливо, с полным восстановлением исходной формы, этот эффект проявляется в сплавах с упругими кристаллами мартенсита [6, 7]. В сплавах с большим температурным гистерезисом восстановление формы может быть неполным [8].

Наблюдаются случаи, когда деформация образца, находящегося в мартенситном состоянии, приводит к аналогичному эффекту [3, 9]. Хотя механизм этого явления не во всех случаях ясен, на основании имеющихся данных можно считать, что он связан с изменением элементов аккомодации (двойники, дефекты упаковки, переориентация отдельных участков мартенситной фазы) при приложении напряжений и последующем восстановлении исходных кристаллов в процессе обратного превращения.

Так, например, в сплавах Cu—Al—Ni и Cu—Al—Mn под действием напряжений в мартенситной фазе происходит изменение субструктуры —