

разгаростойкость практически не изменяется. Легирование стали такими элементами, как алюминий и медь, не повышает, а в некоторых случаях даже снижает разгаростойкость.

Благоприятно влияет введение в сталь хрома и вольфрама, причем с увеличением содержания их разгаростойкость также имеет тенденцию к повышению. Особенно значительно увеличивает разгаростойкость молибден. Показатели разгаростойкости сталей, содержащих молибден, значительно выше соответствующих показателей полутеплостойких сталей типа 5ХНМ.

Исследование теплостойких сталей типа 3Х2В8Ф показало, что они обладают по всем показателям наиболее высокой разгаростойкостью. Это объясняется комплексным, а часто и повышенным легированием их такими сильными карбидообразующими элементами, как хром, вольфрам, молибден, ванадий [3]. Присутствие их особенно благоприятно сказывается на показателях механических свойств при повышенных температурах [2,3].

Резюме. В результате проведенных экспериментов следует отметить, что легирующие элементы по-разному влияют на различные характеристики разгарообразования. Это свидетельствует о том, что при изучении термоусталостного сопротивления следует получать возможно более всестороннюю информацию о поведении исследуемых материалов. Эта информация представляет несомненный интерес при создании специализированных сталей, работающих в условиях резко преобладающего разгарного разрушения.

Л и т е р а т у р а

1. Бельский Е.И. Стойкость кузнечных штампов. Минск, 1975. 2. Геллер Ю.А., Голубева Е.С. Исследование разгаростойкости штамповых сталей. — "Изв. ВУЗов. Черная металлургия", 1964, № 9. 3. Тылкин М.А. Повышение долговечности деталей металлургического оборудования. М., 1971.

УДК 539.2.539.122.7

Г.Н. Белозерский, А.Г. Жилкин,
С.А. Хазанов, Ю.П. Химич

ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ в Fe-Ni-Co СПЛАВЕ МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО ГАММА-РЕЗОНАНСА

В данной работе с помощью ядерной гамма-резонансной спектроскопии (ЯГРС) изучался сплав K25ФН14 (25% Со, 3%V,

14% Ni). Исходными образцами служили фольги толщиной 40 мкм, полученные холодной прокаткой со степенью обжатия 99%. Исходные образцы подвергались следующим термообработкам: закалке (выдержка при 1000°C в течение 15 ч, охлаждение в воде), отжигу (выдержка при 1000°C в течение 15 ч, охлаждение с печью) и отпускам при температурах 450°C, 550°C, 650°C в течение одного часа.

Спектры холоднокатанного, закаленного и отожженного образцов (рис. 1) весьма близки между собой и свидетельствуют о том, что при таких обработках данный сплав является однофазным твердым раствором на основе α -железа. Среднее эффективное магнитное поле $H_{\text{эф}}$ на ядрах Fe^{57} в этих образцах составляет при $T = 298^\circ\text{K}$ 337 ± 2 кэ. Однако линий спектра отожженного образца несколько уже, чем у первых двух образцов ($\Gamma_{1,6} = 0,8$ мм/с и $\Gamma_{1,6} = 1$ мм/с соответственно).

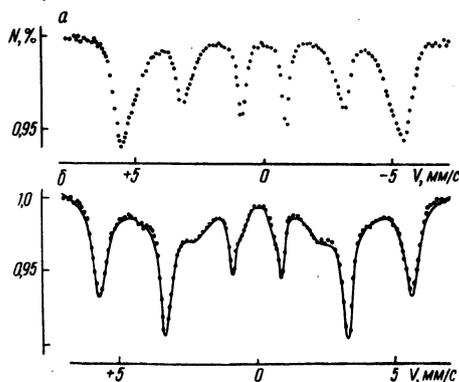


Рис. 1. Спектры ЯГР сплава K25FN14 при $T = 298^\circ\text{K}$: а — холоднокатаный образец; б — отпуск при 650°C, 1 ч.

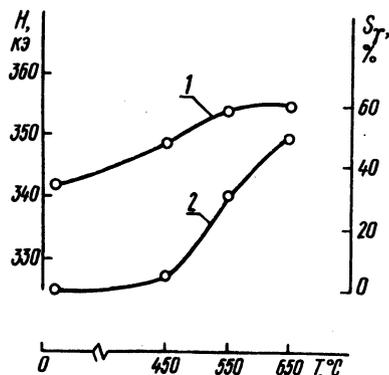


Рис. 2. Зависимость эффективного магнитного поля $H_{\text{эф}}$ на ядрах железа в α -фазе (1) и количества γ -фазы S_γ (2) от температуры отпуска.

Спектры ядерного гамма-резонанса (ЯГР) образцов, прошедших отпуск при указанных выше температурах, свидетельствуют о том, что наряду с фазой на основе α -железа в образцах появляется новая фаза (рис. 1), спектры которой представляют собой зеемановскую шестерку с весьма широкими линиями ($\Gamma_{1,6} \sim 2$ мм/с) и $H_{\text{эф}} = 240 \pm 3$ кэ. Такая ширина линий возникает вследствие широкого распределения эффективных магнитных полей, действующих на ядрах Fe^{57} в этой фазе. Последнее в свою очередь свидетельствует о concentra-

ционных неоднородностях и о сильном влиянии характера ближайшего окружения на обменное взаимодействие атомов железа в этой фазе. Все вышесказанное позволяет утверждать, что эта фаза имеет ГЦК решетки (γ -фаза) с концентрацией никеля, отвечающей инварной области железоникелевых сплавов [1]. Рентгеновский анализ подтвердил наличие ГЦК структуры в отпущенных образцах. Охлаждение сплава до 78°K приводит к увеличению поля на ядрах Fe^{57} в γ -фазе до 290 кэ. Это сви-

детельствует о достаточно низкой точке Кюри данной фазы. Действительно, температурные измерения показывают, что магнитное превращение в этой фазе происходит в широком интервале температур $225\text{--}300^\circ\text{C}$, что подтверждает ранее сделанный вывод о существовании неэквивалентных в магнитном отношении положений атомов железа. Количество γ -фазы монотонно увеличивается с увеличением температуры отпуска (рис. 2), при этом время выдержки в 1 ч при температуре 650°C достаточно для практически полного выделения γ -фазы, ибо увеличение времени отпуска до 100 ч увеличивает ее количество лишь на 10%. На кинетику образования γ -фазы при отпуске существенно влияет степень дефективности образца. Так, отпуск при 650°C в течение 1 ч отожженного образца приводит к образованию вдвое меньшего количества γ -фазы по сравнению с отпуском пластически деформированного образца.

Зависимость $N_{\text{эф}}$ в α -фазе отпущенных образцов (рис. 2) показывает монотонное увеличение последнего до значения, близкого к максимально наблюдаемому в бинарных Fe--Co сплавах [2]. Этот факт позволяет предположить, что при распаде исходного твердого раствора атомы Co остаются в α -фазе. Для того чтобы подтвердить это предположение, мы предприняли эмиссионные эксперименты, при которых в образцы вводился изотоп Co^{57} . Эмиссионные спектры образцов, подвергнутых аналогичным обработкам, показывают или полное отсутствие или значительно меньшее содержание γ -фазы в них. Это кажущееся уменьшение количества γ -фазы в образцах мы и связываем с тем, что атомы Co^{57} преимущественным образом входят в α -фазу.

В заключение остановимся на рассмотрении изменения текстуры образцов при различных обработках. При механических и термических обработках образцов они приобретают кристаллографическую текстуру деформации или рекристаллизации. При этом образцы становятся магнитно-анизотропными, т.е. появляются преимущественные направления намагниченности дома-

нов, заключение о которых можно сделать на основе анализа относительных интенсивностей линий ЯГР спектров:

Холодная прокатка	Отжиг	Закалка	Отпуск 450°C	Отпуск 550°C	Отпуск 650°C
3 : 1,5	3 : 2	3 : 2	3 : 2,9	3 : 4	3 : 3,9

Соотношения интенсивности вторых—пятых и первых—шестых линий спектров показывают, что в холоднокатанном образце преимущественное направление намагниченности перпендикулярно плоскости образца, а закалка и отжиг снимают текстуру деформации и делают образцы магнитоизотропными. Далее отпуск после холодной прокатки приводит к появлению магнитной структуры с преимущественным направлением намагниченности в плоскости фольги, что, очевидно, связано с образованием γ -фазы.

Резюме. Применение метода ЯГР позволило получить полную картину фазовых превращений, происходящих в данном сплаве.

Л и т е р а т у р а

1. Jonson C.E., Ridout M.S., Cranshow T.E. The mössbauer effect in iron alloys.-- Proc.Phys. Soc., 81, 1963. 2. Vincze J., Campbell J.A., Meyez A.J. Hyperfine field and magnetic moments in b.b.c.c. Fe-Co and Fe-Ni. -- "Solid State Comm", 15, N 9, 1974.

УДК 669.14

М.В. Ситкевич, Е.И. Бельский
 докт.техн.наук, В.М. Пикуло,
 канд.техн.наук

ПОВЕДЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ И ТЕМПЕРАТУР

Рабочие поверхности горячештампового инструмента в процессе эксплуатации подвергаются чрезвычайно интенсивному механическому и термическому воздействию со стороны деформируемого металла. Перемещение последнего относительно гравируры штампа сопровождается развитием на контактирующих