

С. В. АРУТЮНЯН

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ УПОРЯДОЧЕННЫХ СПЛАВОВ $Fe_2(Al, Si)$

На основании данных экспериментов [1], полученных с помощью автором статьи Дебаевским методом, обнаружено упорядочение атомов в сплавах $Fe_2(Al, Si)$ и непрерывная область изоморфных сверхструктур $Fe_2(Al, Si)$, расположенная в треугольнике концентраций между двумя двойными сверхструктурами Fe_2Al и Fe_2Si . При исследовании зависимости периода решетки тройных твердых растворов $Fe_2(Al, Si)$ оказалось, что зависимость периода решетки от состава сплавов в разрезе $Fe_2Al - Fe_2Si$ обнаруживает слабо выраженное отклонение от линейного хода. Это отклонение, превышающее ошибку опыта, имеющее наибольшее значение при составе 12,5 ат. % Al, 12,5 ат. % Si, 75 ат. % Fe, может рассматриваться как эффект, связанный с образованием трехкомпонентной сверхструктуры Fe_2AlSi с упорядоченным распределением атомов всех трех сортов. В работе [2] на сплавах, применявшихся в качестве объектов исследования в [1], измерялись средние размеры антифазных доменов и относительная интегральная интенсивность по линии сверхструктуры (111) и (002). В ходе зависимостей величины относительной интегральной интенсивности линии сверхструктуры и средних размеров антифазных доменов от состава сплавов $Fe_2(Al, Si)$ обнаружены аномалии, указывающие на возможность существования трехкомпонентной сверхструктуры при составах Fe_2AlSi и $Fe_2Al_2Si_2$ с упорядоченным распределением атомов всех трех сортов. В настоящей работе на сплавах, применявшихся в качестве объектов исследования [1,2], измерялись удельные электросопротивления при комнатной и высоких температурах. Средняя ошибка при измерении ρ , которое проводилось компенсационным методом, составляла 2% .

Зависимость электросопротивления от состава сплава $Fe_2(Al, Si)$ при комнатной температуре (рис. 1) обнаруживает отчетливо выраженное минимумы при составах Fe_2AlSi и $Fe_2Al_2Si_2$, что согласно [1-3] свидетельствует об образовании трехкомпонентной сверхструктуры. На рис. 2 в качестве иллюстрации показаны кривые, построенные по удельному сопротивлению, зависящему от температуры сплава $Fe_2(Al, Si)$.

Изменение ρ с температурой качественно одинаково для всех исследованных двойных и тройных сплавов и обусловлено повышением температуры и разупорядочением. Здесь не видно никаких примечательных

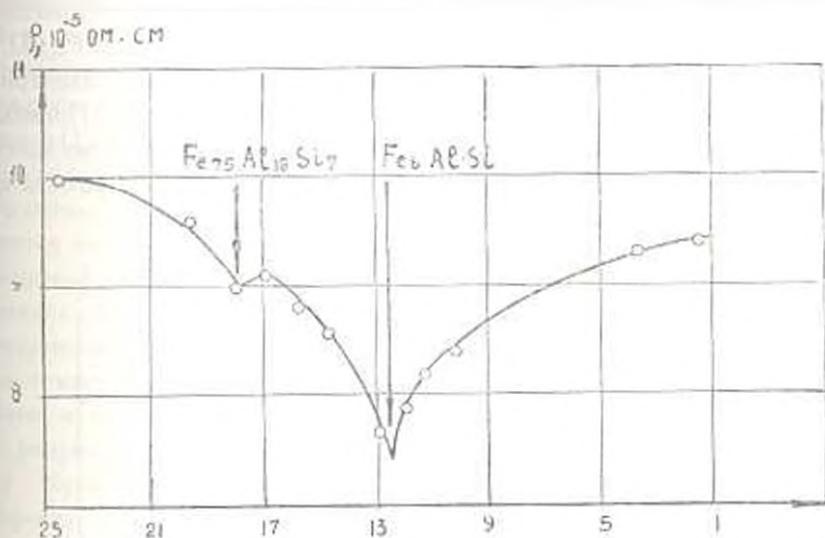


Рис. 1. Зависимость удельного электропроводности упорядоченных (отожженных) сплавов $Fe_2(Al, Si)$ от содержания Al. По оси абсцисс указаны атомный % Al

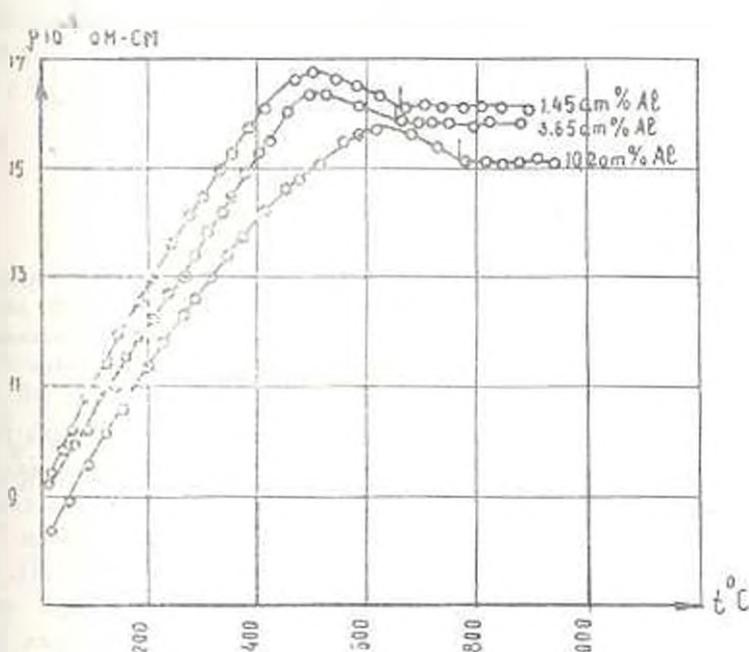


Рис. 2. Температурная зависимость удельного электропроводности упорядоченных сплавов $Fe_2(Al, Si)$

изменений за исключением того, что имеется разница в точке Кюри-Курнакова, свидетельствующая о том, что превращение порядок-беспорядок

сплавом реализуется путем фазового перехода второго рода. При фазовом переходе второго рода расположение атомов меняется плавно без скачков, с чем и связано отсутствие скрытой теплоты. Однако обнаружено только изменение в кривизне в точке Курнакова и очевидно, это изменение связано с образованием K -эффекта. Повышение электросопротивления при образовании K -эффекта в сплавах $Fe_3(Al, Si)$ обусловлено увеличением функции атомного рассеивания электронов проводимости на неоднородностях кристаллической решетки. Поскольку с увеличением температуры, начиная с точки Курнакова, не наблюдается изменение электросопротивления, то образование K -эффекта обусловлено возникновением стабильного ближнего порядка.

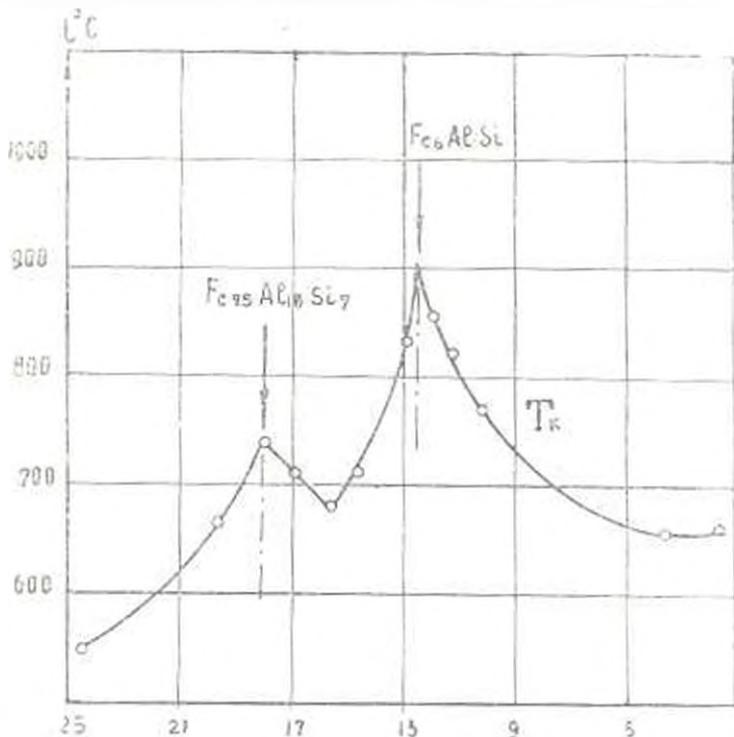


Рис. 3. Точки Курнакова упорядоченных сплавов $Fe_3(Al, Si)$ в зависимости от содержания Al. По оси абсцисс указан атомный % Al.

Определение значений критических точек Курнакова, для сплавов $Fe_3(Al, Si)$ на типичных кривых, показанных на рис. 2, производилось по методу, описанному в [4, 5]. Величина ошибки эксперимента составляла $2,3\%$. На рис. 3 показано изменение критической точки Курнакова T_K в зависимости от содержания Al в сплавах $Fe_3(Al, Si)$. Обнаруживаются отчетливо выраженные пары максимумов при составе Fe_6AlSi и $Fe_{15}Al_{10}Si_7$, что свидетельствует об увеличении сил межатомной связи и энергии упорядочения при переходе от двойных сверхструктур Fe_3Al и Fe_3Si к трехкомпонентной сверхструктуре Fe_6AlSi и $Fe_{15}Al_{10}Si_7$.

После опубликования [1,2] и [3] исследовалась микротвердость, магнитная проницаемость и другие свойства тройных сплавов Fe-Al-Si с богатым Fe с содержанием Al до 50 ат. % и Si до 35 ат. %. В составах Fe_8AlSi авторы [3] обнаружили аномалии указанных выше свойств, возникновение которых также объясняют образованием трехкомпонентной сверхструктуры типа Fe_8AlSi . Эти эксперименты подтверждают результаты исследования автора настоящей статьи, приведенные в [1,2]. По результатам проведенных исследований можно отметить, что при измерении электрических сопротивлений сплавов Fe-Al-Si обнаружены аномалии в составах Fe_8AlSi и $Fe_{15}Al_{15}Si_7$, которые объясняются тем, что в процессе перехода от сверхструктур Fe-Al и аморфной сверхструктуре Fe₂Si образуется промежуточная трехкомпонентная сверхструктура типа Fe_8AlSi и $Fe_{15}Al_{15}Si_7$ с упорядоченным размещением атомов всех трех элементов. Изменение электросопротивления с температурой качественно одинаково для всех исследованных двойных и тройных сплавов и обусловлено чисто тепловыми эффектами и разупорядочением. Обнаружено изменение и кривизны кривой в точке Курнакова и, очевидно, это изменение связано с образованием К-эффекта. Изменение ρ при высоких температурах свидетельствует о том, что превращение порядок-беспорядок в сплавах Fe-Al-Si реализуется путем фазового перехода II рода.

В зависимости точек Курнакова T_K от составов сплавов обнаруживаются отчетливо выраженные максимумы при составах Fe_8AlSi и $Fe_{15}Al_{15}Si_7$, что указывает на увеличение сил между атомной связью и энергией упорядочения при переходе от двойных сверхструктур Fe-Al и Fe₂Si к трехкомпонентной сверхструктуре Fe_8AlSi и $Fe_{15}Al_{15}Si_7$.

НИГМИ

Поступило 2 X. 1970.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян С. В., Селицкий Я. П., Известия Академии наук Армянской ССР (серия "Физика"), т. III, вып. 1, 1968.
2. Арутюнян С. В., Известия Академии наук Армянской ССР (серия "Физика"), т. III, вып. 4, 1968.
3. Lihé F., Burger R., Sturm F. и Ebel H., Archiv für das Eisenhüttenwesen, 39, № 11, 877, 1968.
4. Bennet W. D., Journal of the Iron and Institute 1952, 171, № 8, 372.
5. Kosevar B. M., Physika 1959, 25, 10, 1021, Acta met., 1961, 9, 4, 297.