Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. А. КАЗАНЦЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ K_β-ГРУППЫ РЕНТГЕНОВСКОГО СПЕКТРА ЖЕЛЕЗА И ХРОМА В α- И σ-ФАЗАХ СИСТЕМЫ СПЛАВОВ Fe — Cr

(Представлено академиком Г. В. Курдюмовым 25 XII 1954)

Фазовое превращение ($\alpha \rightarrow \sigma$) сплавов системы Fe — Cr сопровождается коренным изменением структуры кристаллической решетки и целого ряда физических свойств: изчезает ферромагнитность, в 35—40 раз уменьшается электропроводность, появляются хрупкость и твердость. Столь существенное изменение структуры и свойств может быть свянано с перераспределением электронов в решетке сплава по энергетическим состояниям. Это, в свою очередь, должно сказаться на рентгеновских спектрах, возникновение которых обусловлено переходом валентных электронов на K-уровень.

В работе исследовано поведение формы, ширины, интенсивности и длины волны $K\beta_5$-полос, сателлиты $K\beta'$ железа и хрома а также сателлит $K\beta'''$ хрома при фазовом превращении ($\alpha \rightarrow \sigma$) сплавов системы Fe — Cr.

Путем длительного изотермического отжига сплав с содержанием 52,38% Fe был переведен в σ-фазу. На рис. 1 (на вклейке к стр. 446) приведены структурные рентгенограммы сплава до изотермического отжига (α-фаза) и после отжига (σ-фаза). Расчет межплоскостных расстояний, а также проверка других свойств подтвердили полное превращение сплава в σ-состояние.

Таблица 1

Спектральные полосы	Железо		Хром	
	α-фаза	δ-фаза	α-фаза	δ-фаза
$K\beta'''$	—	—	2061,63	2061,20 2063,72
$K\beta_5^{kk}$	1739,5	1739,1	2066,1	2066,6
$K\beta_5$	1740,51	1739,77	2066,57	2067,79
$K\beta_1$	1753,2	1352,5	2081,1	2080,7
$K\beta'$	1755,4	1755,2	2085,2	2084,6

$K\beta$-группы спектров железа и хрома в сплавах α- и σ-фаз возбуждались первичным методом и снимались при помощи высоковакуумного спектрографа с изогнутым кристаллом во втором порядке отражения. Линейные дисперсии в этой области спектра составляли 7,53 и 7,54 XE/мм для железа и хрома, соответственно. Погрешности в определении длины волн максимума $K\beta_5$—полос составляли $\pm$0,04 XE. Максимальный разброс значений длин волн $K\beta_5$— полос по разным спектрам, полученным от одного и того же образца, не выходил за пределы $\pm$0,07 XE. Длина волны середины коротковолновой ветви определялась с точностью $\pm$(0,08—0,11) XE.

В табл. 1 приведены (в XE) длины волн $K\beta$-группы спектров железа и хрома при фазовом превращении ($\alpha \rightarrow \sigma$) сплава Fe — Cr.

В таблице: $K\beta_5^{kk}$ — середина коротковолновой ветви $K\beta_5$-полосы, $K\beta_5$ — максимум интенсивности $K\beta_5$-полосы. Сателлит $K\beta'''$ железа

оказался настолько слабым и диффузным, что измерения провести не удалось.

Из таблицы видно, что влиянию фазового превращения подвергались все полосы $K\beta$-группы спектра обоих компонентов сплава. Интересно отметить тот факт, что сателлит $K\beta'''$ хрома при переходе сплава в σ-фазу становится дублетом. Аналогичное расщепление сателлита $K\beta'''$ хрома наблюдалось М. А. Блохиным (1).

Поведение $K\beta_5$-полос железа и хрома иллюстрируется рис. 2. $K\beta_5$-полоса железа в α-фазе узкая (5,4 эв), симметричная, с высоким максимумом интенсивности. При переходе сплава в σ-фазу она становится широкой и асимметричной. Ширина ее по сравнению с α-фазой почти в 3 раза больше (14,3 эв). Интенсивность максимума ее уменьшается в 2 раза, но, за счет значительного роста ширины, более чем в $1^1/_2$ раза увеличивается интегральная интенсивность.

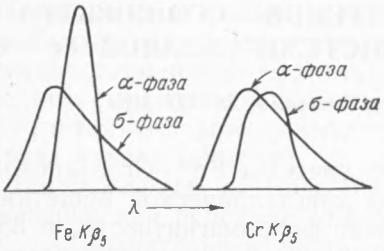


Рис. 2. Форма и ширина $K\beta_5$-полос железа и хрома в α- и σ-фазах системы сплавов Fe — Cr

$K\beta_5$-полоса хрома при переходе сплава в σ-фазу ведет себя противоположно $K\beta_5$-полосе железа: в α-фазе она широкая (13,7 эв), в σ-фазе она становится почти в 2 раза уже (8,1 эв). Индекс асимметрии ее меняет знак на обратный, длинноволновая ветвь становится крутой, коротковолновая — пологой (в α-фазе — 1,67, в σ-фазе — 0,60). Интегральная интенсивность уменьшается почти вдвое. Переход сплава в σ-фазу, кроме того, сопровождается увеличением энергии $K\beta_5$-фотона железа на 3,02 эв и уменьшением энергии $K\beta_5$-фотона хрома на 3,52 эв, что во много раз больше погрешностей опыта.

Подобное поведение $K\beta_5$-полос железа и хрома может быть объяснено, если допустить, что при высокой температуре, отвечающей образованию σ-фазы, происходит переход электронов от атомов хрома в $3d$-полосы атомов железа. В этом случае верхняя граница заполнения $3d$-полос атомов хрома понижается, а у железа она, благодаря приходу электронов, повышается. Это может сопровождаться уменьшением энергии фотона $K\beta_5$-хрома ($3d \rightarrow 1s$) и увеличением энергии фотона $K\beta_5$-железа, что и подтверждает эксперимент. Одновременно становится понятным и поведение ширины, а также интенсивности (интегральной) $K\beta_5$-полос обоих компонентов сплава при переходе его в σ-фазу.

Переход электронов к атомам железа, повидимому, существенно изменяет взаимодействие атомов железа и хрома, что и вызывает коренное изменение структуры кристаллической решетки сплава (переход в σ-фазу). Именно с этим новым взаимодействием, вероятно, связаны значительное уменьшение электропроводности и исчезновение ферромагнитности σ-фазы.

Ростовский государственный университет
им. В. М. Молотова

Поступило
2 XI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 М. А. Блохин, ЖЭТФ, **9**, в. 1515 (1939).