

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕКСТУРЫ ДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ

В работе /1/ отмечалось, что диффузионный слой, образующийся при борировании железа, преимущественно ориентирован. Нами показано наличие более или менее четко выраженной аксиальной текстуры боридных слоев, образующихся на железе, никеле, кобальте, причем ось текстуры перпендикулярна поверхности образца и совпадает с кристаллографическим направлением [001]. При этом степень совершенства текстуры зависит от технологических параметров процесса (температуры, времени и мощности диффузионного источника). Вследствие значительной анизотропии свойств различных фаз борированного слоя по кристаллографическим направлениям (в частности, нами установлена сильная анизотропия теплового расширения боридов железа /2/) наличие преимущественной ориентировки приводит к существенному изменению комплекса физико-механических свойств покрытия в целом и определяет его работоспособность.

В связи с этим особую остроту приобретает вопрос количественной оценки текстуры в диффузионных покрытиях.

Цель данной работы - разработка методики количественной оценки преимущественной ориентировки покрытий, имеющих лишь одну ось текстуры.

К количественным характеристикам текстуры относятся угол рассеяния  $\alpha$  и степень текстурованности  $S$ , определяемая как отношение максимальной интенсивности интерференционной линии текстурованного образца к интенсивности той же линии бестекстурного образца (эталоны). Но в отдельных случаях, наряду с преимущественной ориентировкой большей части кристаллитов, определенная их часть разориентирована.

В частности, это явление характерно для диффузионных слоев, когда тонкий поверхностный слой, образовавшийся в начальные моменты насыщения, является полностью растекстурованным /3/. Для таких текстур, по нашему мнению, необходимо ввести еще одну количественную характеристику - относительное количество текстурованного вещества  $\eta$ , определяемое как отношение числа

кристаллитов, ориентированных в пределах угла рассеяния, к полному их количеству.

Диффузионные покрытия в большинстве случаев многофазны, поэтому определение степени текстурованности с помощью бестектурного образца исключено (из-за неконтролируемого фазового состава). Но даже в случае однофазного покрытия при определении степени текстурованности путем сравнения интенсивностей эталона и образца может быть допущена ошибка за счет эффекта экстинкции, вследствие различного размера зерен образца и эталона. Поэтому возникает необходимость определять интенсивность интерференционной линии бестектурного эталона, используя рентгенограмму этой же линии текстурованного образца.

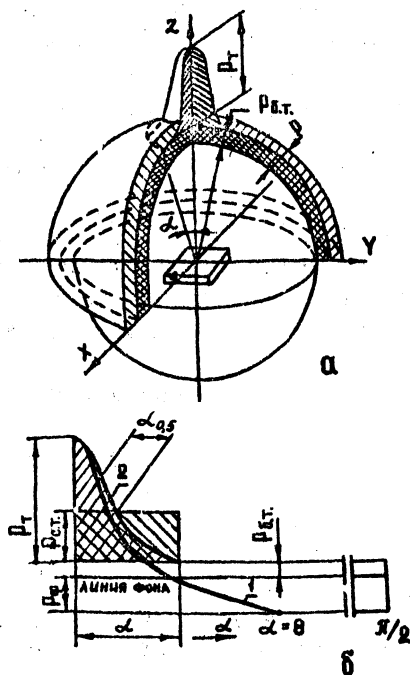


Рис. I. Сфера проекций и распределение плоскостной плотности плоскостей ( $hkl$ ) для аксиально текстурованного образца (а) и обработка рентгенограммы, снятой методом "поворота" (б)

Рассмотрим сферу проекций и распределение полюсной плотности плоскостей ( $hkl$ ) для аксиально текстурованного образца (рис. I, а). Очевидно, что количество плоскостей ( $hkl$ ) -  $n$ , участвующих в отражении, равно произведению полюсной плотности на площадь полусферы (фактор повторяемости в этом случае во внимание не принимается, так как рассматривается преимущественная ориентировка одной и той же кристаллографической плоскости):

$$n = 2\pi P. \quad (1)$$

Для текстурованного образца при тех же условиях съемки:

$$n = 2\pi P_{\delta.т.} + 4\pi \sin^2 \frac{\alpha}{2} P_{с.т.}, \quad (2)$$

где  $P_{\delta.т.}$  - полюсная плотность плоскостей ( $hkl$ ) кристаллитов полностью растекстурованной части слоя;

$P_{с.т.}$  - средняя полюсная плотность плоскостей ( $hkl$ ) кристаллитов, преимущественно ориентированных в пределах угла рассеяния  $\alpha$ .

Тогда полюсная плотность плоскостей ( $hkl$ ), распределенная на всю сферу проекций (интенсивность бестекстурного образца), определяется по формуле

$$P = P_{\delta.т.} + 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} P_{с.т.} \quad (3)$$

Следовательно, относительное количество текстурованного вещества в покрытии равно

$$\eta = \frac{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} P_{с.т.}}{P_{\delta.т.} + 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} P_{с.т.}} = \frac{1}{1 + \frac{P_{\delta.т.}}{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} P_{с.т.}}} \quad (4)$$

Степень текстурованности диффузионного покрытия определяется по соотношению

$$\zeta = \frac{P_{\tau}}{P_{\delta.т.} + 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} P_{с.т.}} \quad (5)$$

Если растекстурованная часть слоя полностью отсутствует и все кристаллиты ориентированы в пределах угла рассеяния, формулы (4) и (5) упростятся

$$\eta = 1, \quad C = \frac{P_T}{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} P_{с.т.}}$$

Поскольку полюсная плотность пропорциональна интенсивности рентгеновских лучей на рентгенограмме, снятой методом "поворота", то необходимые данные для расчета по формулам (4) и (5) могут быть получены на основании обработки рентгенограммы, являющейся диаметральной разрезом полюсной фигуры (рис. I, б). Кривая 2 получена путем исправления кривой интенсивности I на поглощение рентгеновских лучей в материале покрытия. Поправка на поглощение может быть получена экспериментально по рентгенограмме, снятой методом "поворота" с эталонного образца, или же расчетным путем /4/.

В случае, если в анализируемом участке слоя часть кристаллитов полностью разориентирована, то кривая 2 выходит параллельно линии фона и выше ее (рис. I, б). При отсутствии растекстурованной части слоя линия, исправленная на поглощение, сливается с линией фона; эта точка выхода на линию фона (для первого случая точка выхода кривой 2 на горизонтальную прямую) соответствует максимальному углу рассеяния текстуры. Но так как определение точки выхода кривой 2 на линию фона (горизонтальную прямую) связано с большой погрешностью, что существенно влияет на определение количественных характеристик текстуры, то целесообразно угол рассеяния оценивать по углу поворота образца, приводящего к уменьшению максимальной интенсивности в 2 раза, т.е.  $\alpha = 2\alpha_{0,5}$ ,

где  $\alpha_{0,5} = \frac{S}{P_T - (P_\Phi + P_{б.т.})}$  или  $\alpha_{0,5} = \frac{S}{P_T - P_\Phi}$ ;

$P_\Phi$  - интенсивность фона;

$S$  - площадь на рентгенограмме, снятой методом "поворота", ограниченная исправленной на поглощение кривой 2, линией фона (горизонтальной прямой) и ординатой максимальной интенсивности

## Л и т е р а т у р а

1. Минкевич А. Н. , Расторгуев Л. Н. ,  
Юсфина Л. И. Митом, № 3, 1967.

2. Ляхович Л. С. , Долманов Ф. В. ,  
Сурков В. В. , Туров Ю. В. Митом, № 7, 1971.

3. Ляхович Л. С. , Долманов Ф. В. ,  
Сурков В. В. , Туров Ю. В. Тезисы докладов Все-  
союзного совещания "Прогрессивные методы термической обработки",  
М., 1971.

4. Хейкер Д. М. , Зевин Л. С. Рентгеновская  
дифрактометрия. М., Физматгиз, 1963.