

# РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АДСОРБИРОВАННЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДИСЛОКАЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКРИСТАЛЛОВ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

*В.В.Сторож, Г.Я.Акимов, Н.Г.Лабинская*

Донецкий физико-технический институт АН Украины  
(Поступило в Редакцию 27 сентября 1994 г.)

Хорошо известно, что поверхностно-активные вещества (ПАВ) могут приводить к изменению механических свойств материалов в процессе их разрушения или деформирования (эффект Ребиндера). В частности, на примере ряда моно- и поликристаллических материалов показано, что под влиянием среды, в которой производится деформирование, могут меняться микротвердость этих материалов [1,2], подвижность дислокаций [2,3] и характер их распределения [4].

При постановке настоящей работы учитывали, что связанные с ПАВ эффекты имеют поверхностное происхождение и увеличение удельной поверхности исследуемого материала должно приводить к усилению интегрального эффекта ПАВ. Удобными объектами исследования являются порошки с микронными и субмикронными размерами частиц, обладающие большой удельной поверхностью, что позволяет использовать сравнительно простые и информативные методы порошковой рентгенографии.

В качестве исходных объектов исследования использовали два типа порошков альфа-оксида алюминия чистотой 99.95%. Как показала электронная и оптическая микроскопия, в первом случае (серия А) порошок состоял из монокристаллических пластинок толщиной 0.1–0.3  $\mu\text{m}$  и диаметром 1  $\mu\text{m}$ , во втором (серия В) — из изометрических частиц размером 1–2  $\mu\text{m}$ .

Для рентгенографических исследований использовали следующие порошки: исходные обеих серий, полученные размолом в воде и последующей сушкой при температуре 150 °С; обожженные в течение часа при 1100 °С с целью удаления хемосорбированной воды; обожженные при 1100 °С и покрытые изопропиловым или пентиловым спиртом (в количестве  $\approx$  1 вес.%). Порошки помещали в латексные оболочки и гидростатически прессовали при давлениях до 1.5 ГПа. При этом происходило индентирование частицами друг друга, сопровождающееся их разрушением и пластической деформацией. Рентгенографирование проводили в  $\text{CuK}\alpha$ -излучении. Снимали два порядка отражения: 102 и 204. Определяли размеры областей когерентного рассеяния (ОКР), микроискажения решетки и плотность дислокаций в порошке.

Получены следующие результаты (см. также таблицу):

1) обработка порошков высоким давлением может сопровождаться как уменьшением, так и увеличением размеров ОКР; 2) находящиеся на поверхности микрокристаллов альфа-оксида алюминия ПАВ влияют на механизмы деформирования этих кристаллов (это выражается,

Влияние ПАВ и обработки давлением на размеры ОКР и плотность дислокаций в порошках альфа-оксида алюминия

Серия	Обжиг	ПАВ	Давление прессования, ГПа	Уширение от искажений решетки, $10^{-3}$ rad	Размеры ОКР, Å	Плотность дислокаций, $10^9$ cm <sup>2</sup>
А	-	-	0.1	0.99	930	1.96
	-	-	1.5	2.87	875	16.50
	+	-	0.1	1.02	1280	2.08
	+	-	1.5	2.89	1270	16.70
	+	ИЗС	0.1	1.34	1080	3.60
	+	ИЗС	1.5	3.07	1370	18.80
	+	ПС	0.1	0.62	1210	0.77
	+	ПС	1.5	2.42	1390	11.70
В	-	-	0.3	1.57	4000	4.90
	-	-	1.5	2.02	3000	8.10
	+	-	0.3	1.44	4000	4.10
	+	-	1.5	1.94	3000	7.50
	+	ИЗС	0.3	1.47	4000	4.30
	+	ИЗС	1.5	2.11	3000	9.60
	+	ПС	0.3	1.24	4000	3.10
	+	ПС	1.5	1.83	4000	6.70

П р и м е ч а н и е. ИЗС — изопропиловый спирт, ПС — пентилловый спирт.

в частности, в различной плотности дислокаций в покрытых различными ПАВ порошках при одном и том же давлении прессования); 3) с увеличением размеров микрокристаллов интегральный эффект влияния ПАВ уменьшается.

Неоднозначное влияние давления на размеры ОКР объясняется, по-видимому, наличием двух противоположных процессов при нагружении порошков: с одной стороны, дроблением частиц, а с другой — их когерентной подстройкой. В зависимости от того, какой из этих процессов преобладает, мы наблюдаем уменьшение или увеличение размеров ОКР.

Относительно влияния ПАВ на плотность дислокаций заметим следующее. В [5] обнаружено, что вода и изопропиловый спирт снижают микротвердость как моно-, так и поликристаллов оксида алюминия по сравнению с чистой отожженной поверхностью, а пентилловый или изоамиловый спирты, наоборот, приводят к заметному ( $\approx 15\%$ ) повышению микротвердости. Поэтому различие в плотности образовавшихся при обработке высоким давлением дислокаций естественным образом объясняется различной микротвердостью частиц под влиянием ПАВ.

В свою очередь как микротвердость, так и плотность дислокаций определяются легкостью зарождения и перемещения дислокаций. Поэтому очевидно, что ПАВ в нашем случае должны приводить к изменению напряжений зарождения и (или) движения дислокаций.

Согласно литературным данным, имеются различные механизмы влияния ПАВ на подвижность дислокаций. Так, в [3] показано, что

эффект ПАВ заключается в их влиянии на поверхностные стопоры, препятствующие движению дислокаций. В серии работ О.В.Клявина и Г.И.Швец (см., например, [4]) показано, что процесс деформирования ряда твердых тел в среде гелия или воды сопровождается захватом соответственно гелия или воды внутрь вещества (на глубину 1–10  $\mu\text{m}$ ) по движущимся дислокациям. Согласно этому подходу, влияние ПАВ на дислокации заключается в изменении скорости движения перегибов [6], причем движение перегибов может как облегчаться, так и затрудняться. Очевидно, что указанные механизмы не исключают, а дополняют друг друга. При этом на стадии зарождения дислокаций основная роль может принадлежать поверхностным стопорам, а на стадии движения и размножения дислокаций — движению перегибов. Для более детального представления этого процесса необходимы дальнейшие исследования.

### Список литературы

- [1] Ребиндер П.А., Шукин Е.Д. УФН **108**, 1, 3 (1972).
- [2] Westwood A.R.C., Goldheim D.L. J. Appl. Phys. **39**, 7, 3401 (1968).
- [3] Новиков Н.Н., Руденко О.В. УФЖ **6**, 886 (1975).
- [4] Клявин О.В., Швец Г.И. **30**, 4, 1034 (1988).
- [5] Westwood A.R.C., Macmillan N.H., Kaluoncu A.S. J. Amer. Ceram. Soc. V. **56**, 5, 258 (1973).
- [6] Владимиров В.И., Клявин О.В., Кусов А.А. ФТТ **27**, 10, 2926 (1985).

УДК 568.67

© Физика твердого тела, том 37, № 4, 1995  
Solid State Physics, vol. 37, N 4, 1995

## ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ В ГЕКСАГОНАЛЬНЫХ МАНГАНИТАХ $\text{RMnO}_3$ ( $\text{R}=\text{Ho}, \text{Y}$ )

*Н.В.Каспер, А.И.Акимов, Л.А.Близнюк, И.О.Троянчук*

Институт физики твердого тела и полупроводников АН Беларуси, Минск  
(Поступило в Редакцию 15 июля 1994 г.  
В окончательной редакции 14 октября 1994 г.)

При комнатной температуре соединения  $\text{HoMnO}_3$  и  $\text{YMnO}_3$  относятся к гексагональной сингонии, пр.гр.  $R\bar{6}_3st$  [1]. Методом высокотемпературного рентгеноструктурного анализа в [2] в  $\text{YMnO}_3$  были установлены фазовый переход (фп) при  $200^\circ\text{C}$  и сегнетоэлектрический фп в пр.гр.  $R\bar{6}_3/tct$  при  $660^\circ\text{C}$ . Однако в [3] фп при  $200^\circ\text{C}$  выявлен не был, а при  $732^\circ\text{C}$  структуру не удалось расшифровать в предположении пр.гр.  $R\bar{6}_3/tct$ . В этой же работе при  $1000^\circ\text{C}$  в  $\text{YMnO}_3$  был выявлен переход в пр.гр.  $R\bar{6}_3/ttc$  с уменьшением ячейки. В  $\text{HoMnO}_3$  был найден сегнетоэлектрический переход при  $600^\circ\text{C}$  [4]. В более поздних работах [5,6] с помощью высокотемпературного рентгеноструктурного анализа в  $\text{HoMnO}_3$  был обнаружен фп  $R\bar{6}_3st \Rightarrow R\bar{6}_3/ttc$  при  $1037^\circ\text{C}$ . В литературе нет данных о дилатометрических исследованиях фп в этих соединениях. Однако этим методом можно получить ценную информацию о поведении материалов под нагрузкой при фп.