

Из приведенных исследований также видно, что с помощью мессбауэровской спектроскопии можно определить отсутствие доменной структуры в частицах магнитных порошков¹ [7].

Известно, что коэрцитивная сила H_c феррита $Gd_3Fe_5O_{12}$ резко возрастает вблизи T_k [1, 8]. Это явление используется для записи информации термомагнитным методом [9]. Мы считаем, что возрастание H_c вблизи T_k является следствием возрастания остаточных намагниченностей подрешеток феррита, так как чем выше степень ориентации магнитных моментов ионов в подрешетках, тем большее обратное поле необходимо приложить, чтобы разориентировать их.

Таким образом, введение в физику магнитных явлений понятия остаточной намагниченности подрешетки феррита позволяет глубже изучать процесс перемгничивания в ферримагнетиках.

Список литературы

- [1] Любутин И. С. // ФТГ. 1965. Т. 7. № 5. С. 1397.
- [2] Белов К. П. Ферриты в сильных магнитных полях. М.: Наука, 1972. 200 с.
- [3] Барьяхтар В. Г., Яблонский Д. А. // ФТГ. 1974. Т. 16. № 11. С. 3511.
- [4] Лисовский Ф. В., Мансветова Е. Г., Шаповалов В. И. // ЖЭТФ. 1976. Т. 71. № 6. С. 1443.
- [5] Кандаурова Г. С., Памятных Л. А. // ФТГ. 1989. Т. 31. № 1. С. 132.
- [6] Иркаев С. М., Кузьмин Р. Н., Опаленко А. А. Ядерный гамма-резонанс. М., 1970. 205 с.
- [7] Алиев Ш. М. // А. с. 1295900 СССР. МКИ³ G01 № 24/00.
- [8] Белов К. П., Педько А. В. // ЖЭТФ. 1960. Т. 39. № 4. С. 961.
- [9] Белов К. П. Редкоземельные магнетики и их применение. М.: Наука, 1980. 239 с.

Институт физики РАН
Махачкала

Поступило в Редакцию
3 июля 1991 г.
В окончательной редакции
9 марта 1992 г

УДК 548.0:539.3:5

© Физика твердого тела, том 34, № 7, 1992
Solid State Physics, vol. 34, N 7, 1992

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ МИКРОИНДЕНТИРОВАНИИ ИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ

Ю. С. Боярская, Д. З. Грабко, Н. А. Лавровская

Для понимания механизма деформирования кристаллов в экстремальных условиях — при высоких локальных напряжениях — необходимы всесторонние исследования процесса микроиндентирования, изучение влияния различных факторов на этот процесс. В настоящей работе предпринято исследование перестройки дислокационной структуры, возникающей при вдавлении индентора, после его разгрузки. Эксперименты проводились на грани (001) ионных кристаллов NaCl, LiF, MgO, имеющих одинаковую структуру решетки, одинаковые элементы скольжения и характеризующихся постепенно возрастающей твердостью (микротвердость H при комнатной температуре равна 20, 120 и 800 кг/мм² соответственно). Для выявления дислокационных розеток около отпечатков индентора (стандартная алмазная пирамида Виккерса) применялся метод избирательного травления. Были использованы стандартные травители, приведенные в [1]. Травление поверхности около одного и того же отпечатка проводилось дважды — при нагруженном инденторе и после его поднятия. Проведенные эксперименты показали, что на более мягких кристаллах NaCl и LiF дислокационная розетка

¹ Порошки из однодоменных частиц применяются в производстве постоянных магнитов, магнитных лент для звуко- и видеозаписи, дискетов для ЭВМ.

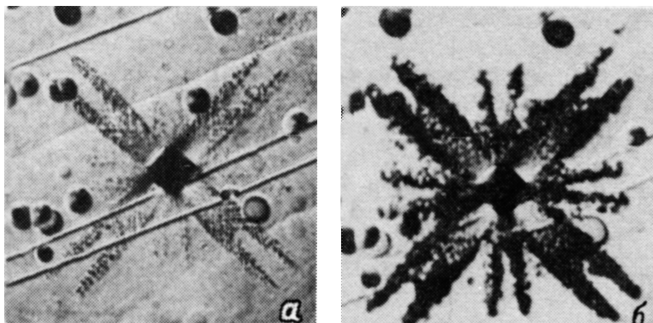


Рис. 1. Дислокационные розетки на грани (001) LiF при нагруженном инденторе (а), после разгрузки индентора (б). Нагрузка на индентор $P = 100$ г.

практически не претерпевает изменения после поднятия индентора (на LiF наблюдается лишь незначительное удлинение лучей дислокационных розеток).

В качестве примера на рис. 1 приведены дислокационные розетки на LiF. Совсем иная картина наблюдалась для кристаллов MgO (рис. 2). После поднятия индентора происходило заметное развитие дислокационной розетки, наблюдалось довольно значительное удлинение краевых и винтовых ее лучей. Возникло много новых рядов краевых дислокаций, что приводило к заметному уширению краевых лучей. Значительно увеличивалось количество рядов дислокационных ямок травления, соответствующих винтовым дислокациям, вследствие чего заметно возрастала сетка полос скольжения, параллельных направлениям $\langle 100 \rangle$ (рис. 2). Перемещение дислокаций в лучах розеток при разгрузке индентора наблюдалось и ранее [2], однако совершенно неожиданным является тот факт, что после поднятия индентора происходит не обратная деформация, что логично предполагать [2, 3], а дальнейшее развитие дислокационной структуры, возникшей в процессе вдавливания индентора.

Этот факт, а также различное поведение более мягких кристаллов (NaCl, LiF) по сравнению с MgO представляется возможным объяснить следующим образом. Ранее было высказано мнение, что существуют плавный и импульсный механизмы образования отпечатков при микроиндентировании [4-6]. Согласно первому, развитие дислокационных структур и отпечатка при микроиндентировании происходит синхронно. Во втором же случае, на более твердых материалах, эта синхронность нарушается. В деформированной зоне создаются довольно мощные дислокационные скопления, развитие дислокационной структуры приостанавливается. В определенный момент происходит прорыв этих скоплений, образование новых (удлинение старых) лучей розеток. В работах [4-6] было указано, что при комнатной температуре на кристаллах

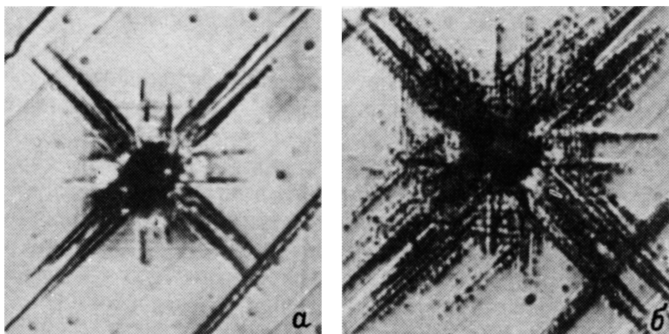


Рис. 2. Дислокационные розетки на грани (001) MgO при нагруженном инденторе (а), после разгрузки индентора (б). Нагрузка на индентор $P = 300$ г.

NaCl, LiF должен иметь место плавный механизм процесса микроиндентирования, а на MgO — импульсный. Если это реализуется в действительности, то релаксация напряжений в области индентирования, связанная с рассасыванием скоплений, может происходить не только в процессе нагружения, но и при разгрузке. Снятие нагрузки может действовать как спусковой механизм. Тогда часть дислокационной розетки будет возникать при нагруженном инденторе, а ее достройка — в процессе разгрузки. Именно такая картина наблюдается для кристаллов MgO. При плавном же механизме в результате синхронного развития отпечатка и дислокационных структур вид розетки фактически реализуется в процессе нагружения. Поэтому на кристаллах NaCl и LiF не наблюдается сколько-нибудь существенного изменения дислокационной структуры после поднятия индентора.

Итак, результаты, полученные в настоящей работе, подтверждают высказанное ранее предположение о наличии плавного и импульсного механизмов процесса микровдавливания, а также о наличии связанной с импульсным механизмом псевдоподвижности дислокаций.

Список литературы

- [1] Боярская Ю. С., Грабко Д. З., Пишкова Д. С., Шутова С. С. // Сб. «Деформирование кристаллов при действии сосредоточенной нагрузки». Кишинев: Штиинца, 1978. С. 68—86.
- [2] Предводителев А. А., Рожанский В. Н., Степанова В. М. // Кристаллография. 1962. Т. 7. № 3. С. 418—424.
- [3] Aerts E., Amelinckx S., Dekeyser W. // Acta Metal. 1959. V. 7. N 1. P. 29—42.
- [4] Boyarskaya Yu. S., Grabko D. Z., Zhitaru R. P. // Physics and chemistry of Solids. Wroclaw, 1986. P. 22—35.
- [5] Боярская Ю. С., Грабко Д. З., Кац М. С. Физика процессов микроиндентирования. Кишинев: Штиинца, 1986. 294 с.
- [6] Боярская Ю. С., Грабко Д. З., Житару Р. П. // Препринт ИПФ. Кишинев, 1986. 27с.

Институт прикладной физики
АН Молдовы
Кишинев

Поступило в Редакцию
9 марта 1992 г.

© Физика твердого тела, том 34, № 7, 1992
Solid State Physics, vol. 34, N 7, 1992

ПАРАМЕТРЫ ТЕНЗОРА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ГЭП В УЗЛАХ МЕДИ РЕШЕТОК $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$

В. Ф. Мастеров, Ф. С. Насрединов, Ч. С. Саидов,
П. П. Серегин, О. К. Щербатюк

Эмиссионная мессбауэровская спектроскопия на изотопе ^{67}Cu (^{67}Zn) является эффективным методом определения параметров тензора градиента электрического поля (ГЭП) в узлах меди решеток высокотемпературных сверхпроводников [1]. Введение изотопа ^{67}Cu осуществляется в процессе синтеза керамики. Однако существуют ограничения ее более широкого применения, связанные в основном с относительно малым временем жизни материнского изотопа ^{67}Cu ($T_{1/2} = 60$ ч) и, как следствие, с невозможностью проведения длительных синтезов. Эти трудности могут быть устранены, если вводить изотоп ^{67}Cu в керамику в процессе диффузионного легирования. Действительно, согласно [2], коэффициент диффузии меди в керамику $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ составляет 10^{-8} см \cdot с $^{-1}$ при 800 °С, и это означает, что насыщение образца толщиной 100 мкм осуществляется за 1