

Воздействие предварительной магнитной обработки на микротвердость немагнитных кристаллов $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (ADP)

© А.Е. Смирнов, Н.Н. Беккауер, А.Э. Волошин

Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова Российской академии наук,
117333 Москва, Россия

E-mail: asmirnov46@mail.ru

(Поступила в Редакцию 20 марта 2006 г.)

Обнаружено, что предварительно „намагниченные“ в постоянном магнитном поле 0.5Т в течение 1h образцы ADP проявляют немонотонную зависимость от времени после „намагничивания“. Эта зависимость имеет явно выраженный максимум при $t = 2$ суток. Полученный результат сопоставлен с установленными ранее зависимостями микротвердости кристаллов KDP от предварительных магнитной и термомагнитной обработок.

PACS: 61.20.Qp, 81.40.Jj

Впервые влияние предварительной магнитной обработки на микротвердость немагнитных кристаллов обнаружено в [1]. Там было показано, что микротвердость образцов LiF возрастала и достигала максимума примерно через двое суток после „намагничивания“. В дальнейшем эффект постепенно пропал. Предположение о преобразовании парамагнитных центров под действием магнитного поля, высказанное в [1], нашло подтверждение в опытах других авторов [2,3].

Влияние предварительного „намагничивания“ на предел текучести кристаллов NaCl:Ni изучено в [4]. Анализ зависимостей предела текучести от времени предварительной магнитной обработки и от времени, прошедшего после обработки, показал, что в обоих случаях имеет место магнитное преобразование примесной подсистемы во времени.

Исследование влияния предварительной термомагнитной обработки на предел текучести кристаллов NaCl:Eu [5] и NaCl:Ni [6] позволило установить, что после закалки и „намагничивания“ величина предела текучести изменяется во времени немонотонно: вначале она постоянна, при 40-часовой выдержке заметно падает, а затем снова возрастает.

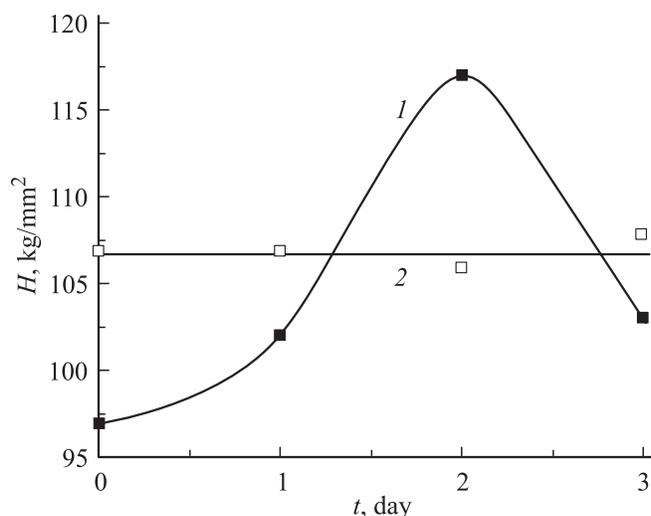
Все отмеченные выше явления определяются магнитной „памятью“ материалов. В ходе магнитной или термомагнитной обработки создается эволюционирующая во времени примесная структура, отклик которой на магнитное воздействие и фиксируется по изменению микротвердости или предела текучести. Наблюдаемые эффекты носят релаксационный характер. Они связаны с перераспределением имеющейся в кристалле внутренней энергии.

Цель настоящей работы состоит в изучении влияния предварительной магнитной обработки на микротвердость кристаллов $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (ADP), выращенных из раствора в ИК РАН.

Состаренный выпиленный, механически шлифованный и полированный образец размером $5 \times 5 \times 1$ mm подвергали предварительному „намагничиванию“ в поле 0.5Т в течение 1h, после чего через равные промежутки

времени измеряли значения микротвердости с помощью микротвердомера ПМТ-3 при нагрузке 5g. Те же измерения производили и на аналогично подготовленном контрольном образце, который в магнитное поле не помещали. Разброс величин микротвердости составил 4 kg/mm^2 .

На рисунке представлены зависимости от времени величины микротвердости кристаллов ADP после магнитной обработки (кривая 1), а также микротвердости контрольного („ненамагниченного“) образца (кривая 2). Видно, что микротвердость контрольного кристалла в пределах ошибки измерений сохраняется постоянной, тогда как микротвердость предварительно „намагниченного“ кристалла вначале (первые сутки) остается близкой к исходной, а затем заметно возрастает, достигая максимума при выдержке в течение двух суток. При дальнейшем увеличении экспозиции эффект ослабевает: величина микротвердости падает до фоновых значений, полученных на контрольном образце.



Зависимости величины микротвердости предварительно „намагниченного“ кристалла ADP (1) и контрольного („ненамагниченного“) образца (2) от времени выдержки.

Аналогичные зависимости были получены нами ранее на кристаллах KDP [7]. В случае более твердых кристаллов KDP максимум эффекта возникает при выдержке в течение трех суток. Кроме того, для этих кристаллов оказалось возможным провести предварительную термообработку (отжиг с последующей закалкой), тогда как более мягкие кристаллы ADP при нагревании „поплыли“: их поверхность стала подплавляться, что не позволило подвергнуть их термообработке.

Предполагается, что создание режима чувствительности немагнитных кристаллов к магнитному полю требует неравновесности исходной примесной структуры. В наших экспериментах в качестве источника начальной неравновесности может выступать выпиливание образцов и возникновение поверхностей, не находящихся в равновесии с окружающей атмосферой. Диффузия примесей из атмосферы задает определенную эволюцию примесной структуры кристалла. В ходе эволюции возникает структурный „мотив“, чувствительный к магнитному полю, что соответствует максимуму эффекта при двухсуточной выдержке. С дальнейшим течением времени эволюция структуры постепенно приводит к исчезновению этого „мотива“ и к утрате комплексами способности к перестройкам в магнитном поле. Очевидно, что здесь имеет место эффект, связанный с магнитной „памятью“ материала.

Авторы выражают благодарность В.И. Альшицу за полезные обсуждения.

Список литературы

- [1] А.Е. Смирнов, А.А. Урусовская. ФТТ **29**, 852 (1987).
- [2] Ю.И. Головин, Р.Б. Моргунов. Письма в ЖЭТФ **58**, 189 (1993).
- [3] Н.А. Тяпунина, В.Л. Красников, Э.П. Белозерова. Кристаллография **45**, 156 (2000).
- [4] А.А. Урусовская, А.Е. Смирнов, Н.Н. Беккауэр. Тр. XXXIV Междунар. сем. „Актуальные проблемы прочности“. Витебск (2000). Вып. 1. С. 294.
- [5] Р.Б. Моргунов, А.А. Баскаков. ФТТ **43**, 1632 (2001).
- [6] А.Е. Смирнов, Н.Н. Беккауэр, В.В. Садчиков. Кристаллография **48**, 1040 (2003).
- [7] А.Е. Смирнов, Н.Н. Беккауэр, А.Э. Волошин. ФТТ **47**, 1253 (2005).