

Метод эффективной массы, безусловно, дает правильное описание спектра вблизи точки $k = 0$. За рамками этого метода могли бы появляться поверхностные состояния при конечных k . Возможно, в [2] получены именно такие моды. Устранение противоречия между работами [1] и [2], касающегося числа состояний, требует, по нашему мнению, детального рассмотрения модели численного счета.

Автор выражает благодарность В.И. Марченко за постоянное внимание к работе.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 93-02-2113).

Список литературы

- [1] Дьяконов М.И., Хаецкий А.В. Письма в ЖЭТФ **33**, 115 (1981).
- [2] Молотков С.Н., Татарский В.В. Поверхность, **2**, 47 (1989).
- [3] Jang S.-R.E., Broido D.A., Sham L.J. Phys. Rev. **B 31**, 888 (1985).

Физика твердого тела, том 38, № 1, 1996
Solid State Physics, vol. 38, N 1, 1996

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СТРУКТУР РАЗРУШЕНИЯ В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ

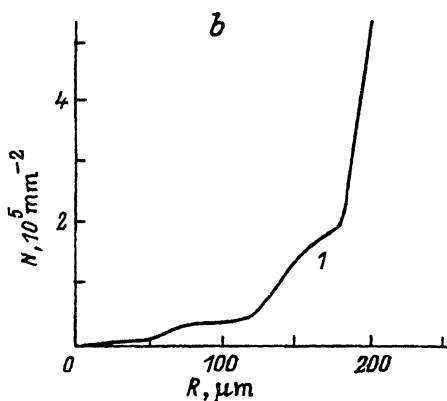
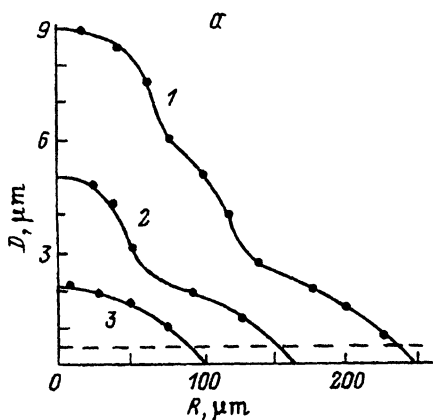
© О.М.Савенко, Г.И.Геринг

Омский государственный университет,
644077 Омск, Россия
(Поступило в Редакцию 22 февраля 1993 г.
В окончательной редакции 13 апреля 1994 г.)

В работе [1] обнаружено образование в ионных кристаллах NaCl, KCl, KBr под действием импульсов растяжения с амплитудой десятки мегапаскалей и длительностью сотни наносекунд двух типов структур разрушения: дисковых трещин и скоплений микропор. Известно, что существует зависимость механических свойств ионных кристаллов от их примесного состава [2-4]. Действительно, как показали дальнейшие исследования, в кристаллах марки ХЧ и в кристаллах с уровнем содержания примеси не выше $\sim 10^{-5}$ mol.% образуются только хрупкие трещины.

Целью данной работы является определение типа примеси, ответственной за появление в хрупком материале структур разрушения (скопления микропор), характерных для вязкопластических сред [5,6]. Для решения поставленной задачи были проведены параллельные исследования спектров излучения и характера разрушения в ионных кристаллах, нагружаемых биполярным акустическим импульсом амплитудой ~ 50 МПа и длительностью ~ 200 пс.

Анализ спектров излучения исследованных образцов в видимой и ультрафиолетовой областях спектра позволил установить, что поры образуются в кристаллах NaCl, KCl, KBr, содержащих двухвалентную примесь металлов Mg с концентрацией $\sim 5 \cdot 10^{-3}$ mol.% либо Pb



Распределение размеров (диаметра) D (a) и концентрации N (b) пор по радиусу R структур разрушения в кристалле KCl с примесью Mg при различных уровнях нагружения.

σ (МПа): 1 — 61, 2 — 56, 3 — 47.

с концентрацией $5 \cdot 10^{-3} - 10^{-3}$ mol.%. Положение пиков поглощения в спектрах пропускания указывает на присутствие в образцах как металлов Me^{2+} (3570 cm^{-1} и 36764 cm^{-1}), так и групп OH^- (3460 cm^{-1}) [7,8]. Предположение о влиянии двухвалентных металлов на процесс порообразования проверялось введением в расплав спектрально чистого KCl обезвоженного $MgCl_2$ с последующим медленным ($3^\circ/h$) остыванием и получением поликристаллического слитка с характерным распределением легирующей примеси. Структуры разрушения, состоящие из микропор, образуются в поликристаллических образцах с концентрацией примеси $Mg \sim 5 \cdot 10^{-3}$ mol.%. Существенное влияние на процесс порообразования в исследуемых кристаллах оказывает концентрация групп OH^- . Хранение свежеприготовленных образцов на воздухе при нормальных условиях в течение трех недель приводит к увеличению концентрации групп OH^- и полному подавлению процесса порообразования. Способность образцов к порообразованию с помощью повторного отжига при $650^\circ C$ не восстанавливается.

Проблеме возникновения пор в твердых телах посвящен ряд экспериментальных и теоретических работ [5,6]. Факт образования пор в ионных кристаллах при залечивании трещин хорошо известен. Так, в [9,10] приводятся данные о трехмерных дефектах-каналах с характерным размером $\sim 1 \mu m$, образующихся в кристаллах $NaCl$ из-за несостыковок ступенек скола в процессе залечивания трещины гидростатическим давлением. Размеры пор, полученные в данной работе при динамическом нагружении, составляют в кристаллах KCl с примесью Mg^{2+} и Pb^{2+} 10–15 и $\sim 2 \mu m$ соответственно. Результаты измерений морфологических характеристик пор, их распределение по размерам (см. рисунок) позволяют заключить, что наиболее вероятно образование пор по деформационному механизму в результате захлопывания дисковых трещин. На это указывает их пространственная локализация: поры лежат в одной плоскости и на тех же расстояниях от свободной поверхности, что и дисковые трещины. В центре бывшей дисковой трещины размер пор больше, чем у устья. Для захлопывания трещины необходимо коллективное перемещение атомов, расположенных на ее поверхности.

Результаты проведенных исследований показывают, что образование пор происходит в области максимальных растягивающих напряжений. В примесных кристаллах при динамическом нагружении эта область пересыщена неравновесными дефектами. В такой системе, далекой от термодинамического равновесия, возможно вязкое течение и самопроизвольный переход в состояние, приводящее к образованию высокоупорядоченных пространственных структур разрушения.

Список литературы

- [1] Савенко О.М., Геринг Г.И. ФТТ **34**, 1, 11 (1992).
- [2] Шаркези И., Предводителев А.А. Вестн. МГУ. Сер. 3. **22**, 1, 101 (1981).
- [3] Шаркези И., Предводителев А.А. Кристаллография **22**, 4, 784 (1977).
- [4] Смирнов Б.И. ФТТ **33**, 9, 2513 (1991).
- [5] Глушко А.И. Изв. АН СССР. МТТ, **5**, 132 (1978).
- [6] Черемский П.Г., Слезов В.В., Бетехтин В.И. В кн.: Поры в твердом теле. Энергоатомиздат (1990). С. 375.
- [7] Алексеев П.Д. Опт. и спектр. **59**, 3, 567 (1985).
- [8] Алексеев П.Д. Опт. и спектр. **60**, 3, 528 (1986).
- [9] Финкель В.М., Конкин Б.Б., Шегай В.В. Пробл. прочности, **5**, 25 (1984).
- [10] Финкель В.М., Фомин И.М., Шегай В.В. ДАН СССР **281**, 2, 327 (1985).