

О РОЛИ ДИСЛОКАЦИЙ В МЕХАНИЗМЕ АМПЛИТУДНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ В КВАРЦЕ

А. Ф. Вязанкин, Л. Т. Литвин, А. А. Фотченков

В опубликованных ранее работах [1-4] по амплитудной зависимости внутреннего трения в кварце результаты интерпретируются с точки зрения теории Гранато — Люкке [5]. Однако, несмотря на то, что некоторые закономерности амплитудной зависимости внутреннего трения могут быть описаны в рамках этой теории, предположение о дислокационном механизме этого явления в кварце может считаться обоснованным лишь после получения экспериментальных данных о подвижности дислокаций или об их зарождении и размножении в процессе динамической деформации.

Для выяснения роли дислокаций в амплитудной зависимости внутреннего трения в кварце были проведены следующие дополнительные эксперименты.

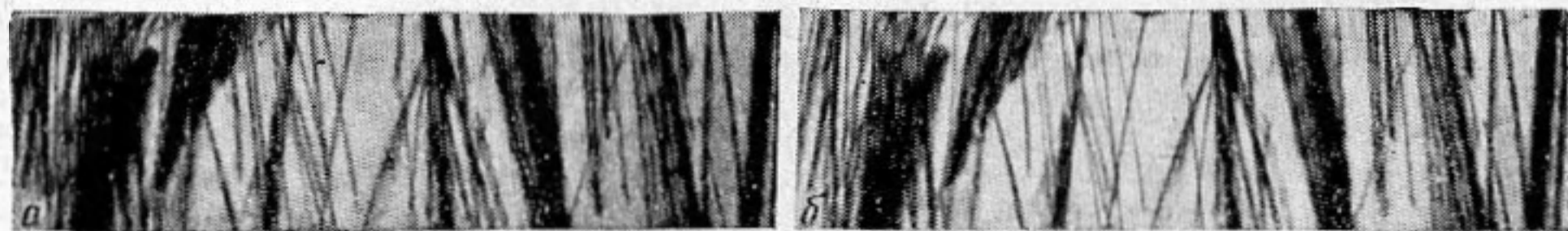
1. Образец среза xy / $-18^{\circ}30'$ из искусственного кварца с дислокациями подвергался динамической деформации при максимально возможной без разрушения амплитуде (10^{-3}) посредством обратного пьезоэлектрического эффекта в течение 8 час. Условия деформации подбирались экспериментально на ряде образцов. До и после деформации были сняты методом Ланге рентгенотопограммы образца (фиг. 1, а, б). Как видно из фиг. 1, деформация образца не приводит к изменению его дислокационной структуры.

2. С целью проверки возможности образования дислокаций в процессе деформации подобный опыт был проведен на образце из бездислокационного искусственного кварца. Образец выдерживался при максимально возможной амплитуде деформации в течение 8 час, после чего амплитуда была увеличена до разрушения образца. На фиг. 2, а, б приведены рентгенотопограммы образца до деформации и оставшейся части его после деформации. Рентгенотопограммы не обнаруживают появления дислокаций в процессе деформации и последующего разрушения образца.

3. На образцах среза xz из тех же кристаллов проводилось измерение амплитудной зависимости логарифмического декремента затухания. В основу измерений положен метод Маркса [6] с тем только отличием, что измерения проводились на двухсоставных вибраторах, изготавливаемых для каждого исследуемого кристалла. Отход от схемы трехсоставного вибратора связан с тем, что исследуемым материалом был кварц, т. е. материал с декрементом затухания, сравнимым с декрементом затухания кварцевого эталона. Кроме того, амплитуды деформаций порядка 10^{-4} — 10^{-3} приводят к амплитудной зависимости декремента затухания самого эталона, вид которой меняется от опыта к опыту (сказывается влияние предварительной динамической деформации на декремент затухания кварца [4]).

Так как элементы двухсоставного вибратора изготавливаются из каждого исследованного кристалла, то амплитудная зависимость декремента затухания вибратора характеризует конкретный кристалл, из которого он изготовлен. Для изготовления вибраторов использовались бруски среза xz с размерами $2,5 \times 0,3 \times 0,3$ см. Различие по резонансной частоте брусков не превышало 10 гц.

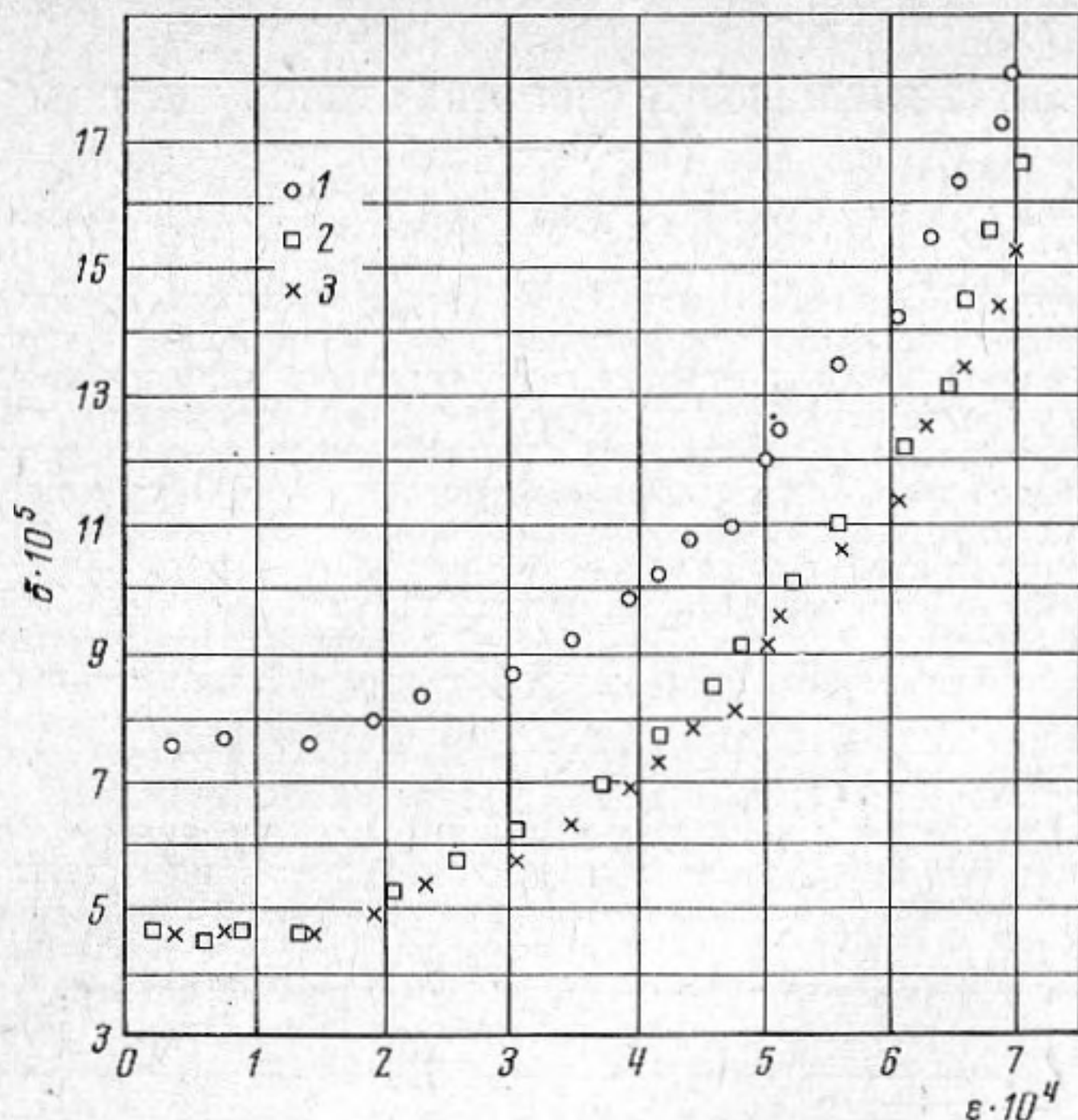
Зависимость логарифмического декремента затухания от амплитуды деформации для образцов из бездислокационного кварца и кварца с дислокациями приведена на фиг. 3, откуда видно, что характер зависимости для образцов из обоих кристаллов одинаков. Различие наблюдается только в уровне затухания. Для большей наглядности на фиг. 3 приведен результат смещения кривой, характеризующей кварц с дислокациями до уровня декремента, характеризующего образец



Фиг. 1. Фрагменты топограмм образца из кристалла кварца с дислокациями. $\times 9$; а — до деформации, б — после деформации



Фиг. 2. Рентгенотопограммы образца из бездислокационного кварца. $\times 6$; а — до деформации, б — после деформации и последующего разрушения



Фиг. 3. Зависимость логарифмического декремента затухания от амплитуды деформаций ϵ в образцах кварца x у-среза: 1 — кварц с дислокациями, 2 — кварц без дислокаций, 3 — результат совмещения кривых

из бездислокационного кварца. Экспериментальные точки для обоих образцов при таком смещении практически совпадают.

Таким образом, амплитудные зависимости внутреннего трения для образцов из бездислокационного кварца и кварца с дислокациями одинаковы, и в процессе динамической деформации не наблюдается каких-либо изменений их дислокационной структуры. Как уже отмечалось, в работах [1–4] результаты исследования амплитудной зависимости внутреннего трения в кварце интерпретируются с точки зрения струнной модели дислокации Гранато — Люкке. Однако автор работ [1, 2] подчеркивает, что нет уверенности в том, что теория Гранато — Люкке приложима к внутреннему трению в кварце, а в работе [4] сказано, что прямой ответ на этот вопрос могут дать исследования бездислокационного кварца.

Приведенные в настоящей работе результаты свидетельствуют о том, что механизм амплитудной зависимости внутреннего трения в кварце отличен от механизма Гранато — Люкке. Скорее всего, это явление обусловлено нелинейностью свойств кварца как связанной с точечными дефектами структуры, так и с собственной нелинейностью кристалла (решеточный ангармонизм). Предварительные результаты исследования кристаллов с различным содержанием примесей и облученных образцов показали заметные различия в зависимостях декремента затухания от амплитуды деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Y. Hiki. Internal Friction Quartz. J. Phys. Soc. Japan, 1960, 15, 4, 586—592.
2. Y. Hiki. Internal Friction of Synthetic Quartz. J. Phys. Soc. Japan, 1961, 16, 4, 664—670.
3. Б. И. Раткин, А. А. Фотченков. Об амплитудной зависимости внутреннего трения кристаллов синтетического кварца. Акуст. ж., 1970, 16, 4, 563—566.
4. Б. И. Раткин, А. А. Фотченков. Влияние предварительной динамической деформации на внутреннее трение искусственного кварца. Электронная техника. Серия 10. Радиокомпоненты, 1972, 3, 39—44.
5. А. Гранато, К. Люкке. Струнная модель дислокации и дислокационное поглощение звука. В кн. Физическая акустика под ред. У. Мэзона, т. IV, ч. А, М., «Мир», 1969, 261—319.
6. J. Marx. Use of the piezoelectric gage for internal friction measurements. Rev. Sci. Instr., 1951, 22, 7, 503—508.