

## INTERACTION OF CLEAVAGE CRACKS WITH SLIPBANDS IN ALKALI-HALIDE CRYSTALS

V. Fedorov<sup>1</sup>, Doctor of Mathematical and Physical sciences, Full Professor  
 L. Kariev<sup>2</sup>, Candidate of Mathematical and Physical sciences, Associate Professor  
 V. Novikov<sup>3</sup>, student  
 Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Russia<sup>1</sup>  
 Tyumen State University, Russia<sup>2,3</sup>

Показано, что при пересечении трещиной скола границы искусственно введенной и затем состаренной полосы скольжения по {110}, в кристаллах LiF, скорость распространения трещины изменяется в сравнении с той же величиной при пересечении ею свежей полосы скольжения. Отличается, так же, рельеф поверхности скола в первом и втором случаях. Установлены причины изменения скорости трещины и различия рельефа поверхности скола.

**Ключевые слова:** полоса скольжения, трещина скола, скорость распространения, краевые дислокации, примесные и точечные дефекты, концентрации.

Conference participants, National championship in scientific analytics, Open European and Asian research analytics championship

Дефекты типа двойников, границ зерен, инородных включений, полос Бриллиантова-Обреимова, полос сброса, межблочных границ и так далее, являются источниками внутренних напряжений в материале, что влияет на распространение трещин [1]. При этом разрушение способно ускоряться, замедляться или останавливаться вовсе в зависимости от характера и величины упругих напряжений, а также от протяженности областей их локализации.

Таким образом, трещина обладает высокой чувствительностью ко всякого рода дефектам материала, которые в свою очередь, во многом определяют его механические свойства. Следовательно трещину можно использовать в качестве инструмента, а один из ее параметров – скорость распространения, в качестве критерия для оценки изменения механических свойств материала в локализованных областях.

Работа посвящена сравнению качественной оценки механических свойств макрообластей кристалла с искусственно введенными полосами скольжения по {110} (свежей и состаренной) со свойствами недеформированных зон [2] методом фиксирования разрушения кристалла по плоскости спайности.

Для исследований использовали монокристаллы LiF с концентрацией

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТРЕЩИН СКОЛА С ПОЛОСАМИ СКОЛЬЖЕНИЯ В ШЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Фёдоров В.А.<sup>1</sup>, доктор физ.-мат. наук, профессор  
 Карьев Л.Г.<sup>2</sup>, канд. физ.-мат. наук, доцент  
 Новиков В.П.<sup>3</sup>, студент  
 Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Россия<sup>1</sup>  
 Тюменский государственный нефтегазовый университет, Россия<sup>2,3</sup>

Показано, что при пересечении трещиной скола границы искусственно введенной и затем состаренной полосы скольжения по {110}, в кристаллах LiF, скорость распространения трещины изменяется в сравнении с той же величиной при пересечении ею свежей полосы скольжения. Отличается, так же, рельеф поверхности скола в первом и втором случаях. Установлены причины изменения скорости трещины и различия рельефа поверхности скола.

**Ключевые слова:** полоса скольжения, трещина скола, скорость распространения, краевые дислокации, примесные и точечные дефекты, концентрации.

Участники конференции, Национального первенства по научной аналитике, Открытого Европейско-Азиатского первенства по научной аналитике

примесей  $10^{-3}$  вес. %. Из крупных блоков выкалывали образцы размерами  $16 \times 5 \times 3$  мм. В кристалл вводили полосы свежих краевых [3] дислокаций ( $\rho \sim 2 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2}$ ). Свежие дислокации состаривали при  $T = 373 \text{ K}$  в течение 48 часов [4]. Охлаждали образцы на воздухе. Дислокационную структуру выявляли методом химического травления. В экспериментах использовали установку СФР-1М и методику, описанную в [1].

При работе установки в режиме лупы времени были получены кинокадры, иллюстрирующие изменение полей напряжений в кристалле при прохождении трещиной полосы скольжения (рис. 1). Видно, что взаимодействие полей напряжений трещины и полосы скольжения в случае свежей и состаренной полос скольжения начиналось до того, как трещина пересекла полосу скольжения, отчетливо прослеживается аннигиляция

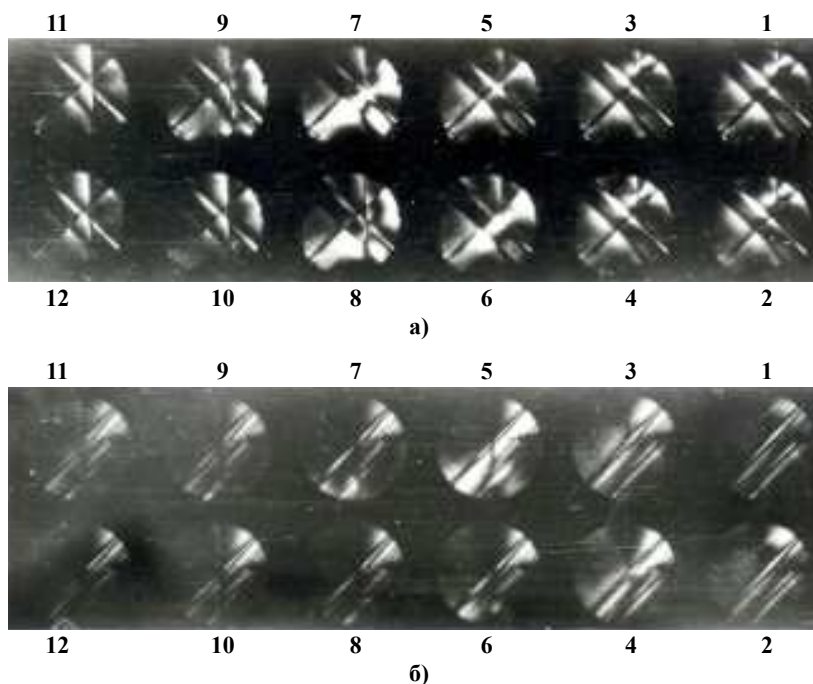


Рис. 1. Взаимодействие трещины скола с несостаренной (а) и состаренной (б) полосой скольжения по {110}, LiF ( $10^{-3}$  вес. %)

сжимающих напряжений на границе полос скольжения.

Однако, анализ регистрограмм процесса разрушения показывает, что свежая полоса скольжения в большей степени влияет на скорость трещины, чем состаренная (рис. 2). Например, при плотности дислокаций в полосах скольжения  $\sim 10^7 \text{ см}^{-2}$  изменение скорости трещины в области аккомодации свежей полосы скольжения превысило в 5 раз изменение скорости в той же области в состаренной полосе скольжения. Вне зон аккомодации скорость трещины была в обоих случаях одинаковой и соответствовала скорости начала процесса разрушения.

В обоих случаях проведены фрактрографические исследования поверх-

ности скола. На сколе, пересекающем свежую полосу скольжения, наблюдали многочисленные ступеньки. При пересечении трещиной состаренной полосы скольжения изменение рельефа в большинстве случаев незначительное (рис. 3).

В некоторых опытах со свежей полосой скольжения движущаяся трещина переходила из плоскости спайности в плоскость полосы скольжения  $\{110\}$ , чего не наблюдалось в экспериментах с состаренной полосой скольжения, при прочих равных условиях. Переход трещины в плоскость скольжения имеет место лишь при одновременной эволюции полосы сдвига.

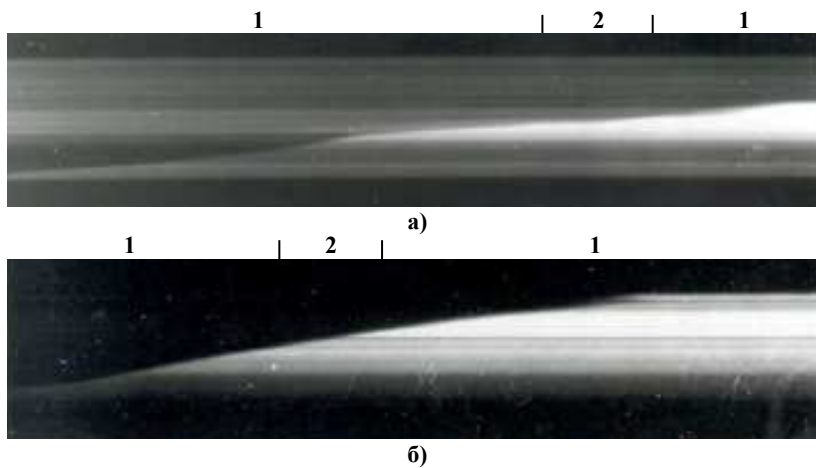
Описанные различия можно объяснить тем, что примеси и точечные

дефекты, концентрируясь в процессе состаривания в области полосы скольжения (особенно в области ее границ) косвенно воздействуют на трещину, понижая уровень напряжений за счет образования на дислокациях примесных атмосфер. Выступая, также, в роли стопоров дислокаций, они способны облегчить движение трещины в кристалле сквозь полосу.

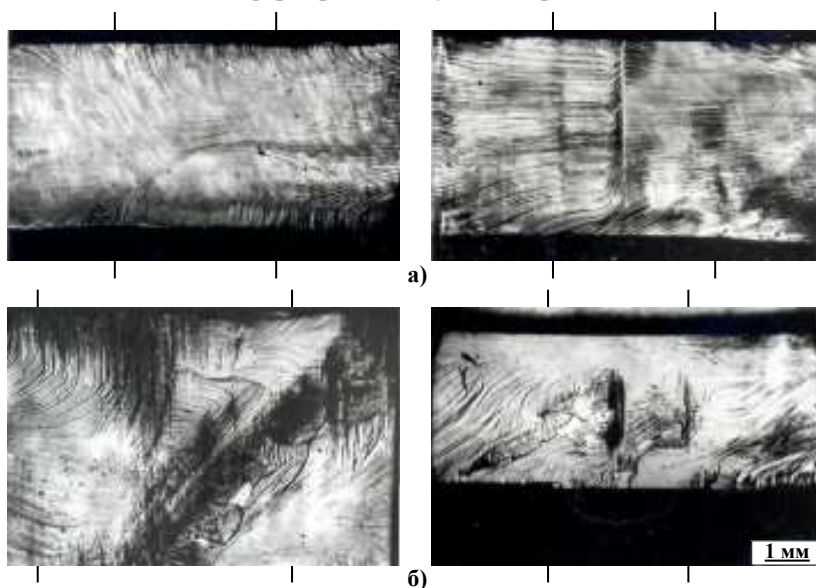
Таким образом, макрообласть кристалла, являющаяся локализованным множеством краевых дислокаций, обремененных примесными и точечными дефектами, проявляет иные механические свойства в случае взаимодействия с ней развивающейся трещины скола, по сравнению с механическими свойствами областей кристалла со свежими краевыми дислокациями, или свободными от дислокаций участками, то есть областей с локально меньшей концентрацией примесей и точечных дефектов. Это выражается в изменении скорости трещины скола при пересечении ею границы искусственно введенной и затем состаренной полосы скольжения по  $\{110\}$  в сравнении с той же величиной при пересечении трещиной свежей полосы скольжения (при прочих равных условиях) и различии рельефа поверхности скола, прошедшего через искусственно введенную, свежую и состаренную, полосу скольжения краевых дислокаций.

**References:**

1. Финкель В.М. Физические основы торможения разрушения. – М.: Металлургия, 1977. – 360 с.
2. Федоров В.А., Карыев Л.Г., Макаров А.В., Каширин А.Н., Николюкин А.М. Влияние состояния примесей и их концентраций на физические и механические свойства LiF // Актуальные проблемы прочности: Тез. докл. I Международной конф. 26-30 сентября 1994 года. – Новгород. – 1994. – С. 51.
3. Смирнов Б.И. Дислокационная структура и упрочнение кристаллов. – Л.: Наука, 1981. – 235 с.
4. Джонстон В., Гилман Дж. Скорость передвижения, плотность дислокаций и пластическая деформация кристаллов фтористого лития // Успехи физических наук. – 1960. – Т. LXX. – Вып. 3. – С. 489-514.



**Рис. 2.** Непрерывная развертка процесса взаимодействия трещины с полосой скольжения ( $\rho \sim 3 \cdot 10^7 \text{ см}^{-2}$ ): а – свежей, б – состаренной. 1 – недеформированный участок кристалла, 2 – деформированный участок кристалла



**Рис. 3.** Поверхности скола LiF ( $10^{-3}$  вес. %), пересекшего предварительно введенные в кристалл полосы скольжения по  $\{110\}$ ; а – состаренные, б – свежие. Штрихами отмечены границы полосы скольжения