

## О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ПРИРОДЫ ЗАРОДЫШЕОБРАЗОВАНИЯ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ

**В.И. НАСИРОВ**

*Азербайджанский Государственный Педагогический Университет им. Н. Туси  
370000, Баку, ул. Уз. Гаджибекова*

**Ю.Г. АСАДОВ**

*Институт Физики АН Азербайджана  
370143, Баку, пр. Г. Джавида, 33*

В данной работе приведены результаты исследований зародышеобразования в твердых телах. Установлено, что гетерогенное зарождение является единственно возможным, а гомогенное - невозможным при полиморфных превращениях.

Несмотря на большое количество работ по зародышеобразованию в твердом теле, кроме данных о гетерогенном механизме зарождения, точно установленных фактов мало [1-3]. Что касается гомогенного зарождения, то оно считается возможным, но недоказанным. В этих работах объектами исследований являлись поликристаллы и сплавы, в результате чего, проверка правильности теорий оказывается затруднительной [4]. Только в работе [5] эксперименты проведены в монокристаллах парадихлорбензола и других органических веществ и выяснены некоторые аспекты природы «каталитических центров», которые хорошо согласуются с результатами данной работы.

Природа центров кристаллизации при полиморфных превращениях до сих пор полностью не определена. Предполагается, что центром кристаллизации могут быть границы зерен, ребра их вершин, инородные частицы, дислокации, различные дефекты и т.д. Для ответа на ряд вопросов по природе зародышей новой кристаллической фазы при полиморфных превращениях требуется проводить морфологические исследования на оптическом микроскопе в оптически прозрачных монокристаллах. В данной работе излагаются некоторые экспериментальные данные микроскопических исследований в монокристаллах нитрата щелочных металлов  $ABO_3$  (где  $A=K, Ag, Tl, Rb, Cs, NH_4, B=N$ ) размерами (1-8) мм для выяснения природы центров кристаллизации при полиморфных превращениях.

Эксперименты показывают:

1. В оптически прозрачных ограниченных монокристаллах число возникающих зародышей зависит от числа дефектов видимых в оптическом микроскопе. Если в монокристалле дефекты под микроскопом не наблюдаются, тогда уместнее говорить о вероятности возникновения одного зародыша, чем о числе зародышей в них.
2. Зародыши, как обычно, возникают в дефекте решетки, видимом в оптическом микроскопе. Поверхность кристалла не является тем дефектом решетки, который способствует зародышеобразованию. В зависимости от числа таких дефектов можно обнаружить превращение типа монокристалл-монокристалл или монокристалл-поликристалл.
3. Зародыши дочерней фазы могут многократно возникать в одном и том же месте кристалла.

4. С повышением качества кристалла самопроизвольный переход с изменением температуры затрудняется. Если исследуемые кристаллы визуалью, по совершенству, разделить на три группы и в первую ввести самые несовершенные кристаллы, во вторую – средние по совершенству, в третью – самые совершенные, то зависимость  $\Delta T$  от совершенства кристаллов выглядит, так как на рис.1. Как видно из рисунка, температурная задержка начала перехода  $\Delta T = T_{пр} - T_0$  (где  $T_{пр}$  – температура возникновения зародыша,  $T_0$  – температура равновесия фаз) тем больше, чем совершеннее кристалл. Отжиг кристалла улучшает качество кристалла и повышает  $\Delta T$ . Для исследуемых кристаллов,  $\Delta T$  имеет значение от 1 до 10 К.

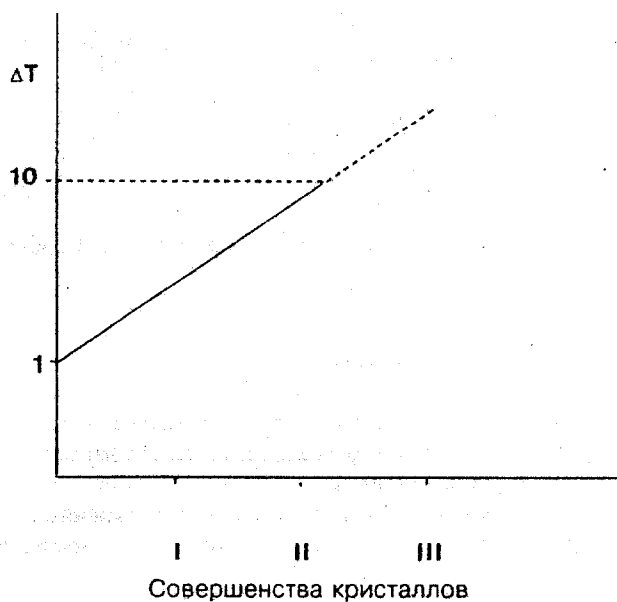
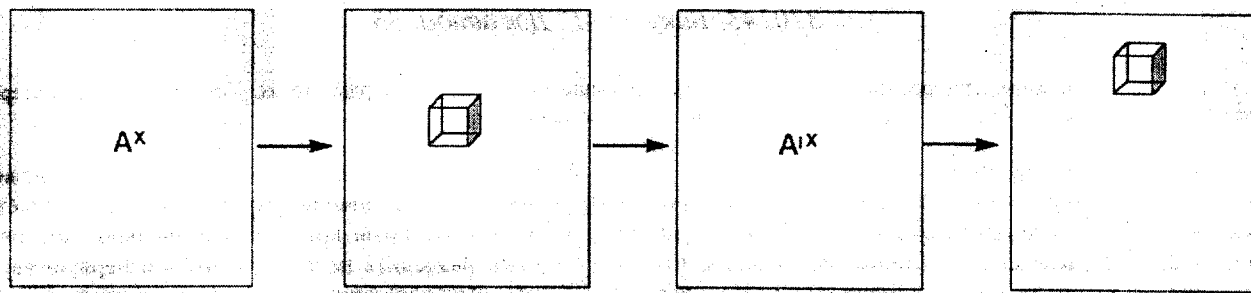


Рис.1. Задержка начала полиморфного превращения  $\Delta T$  от совершенства кристаллов. Совершенства кристаллов определены визуалью.

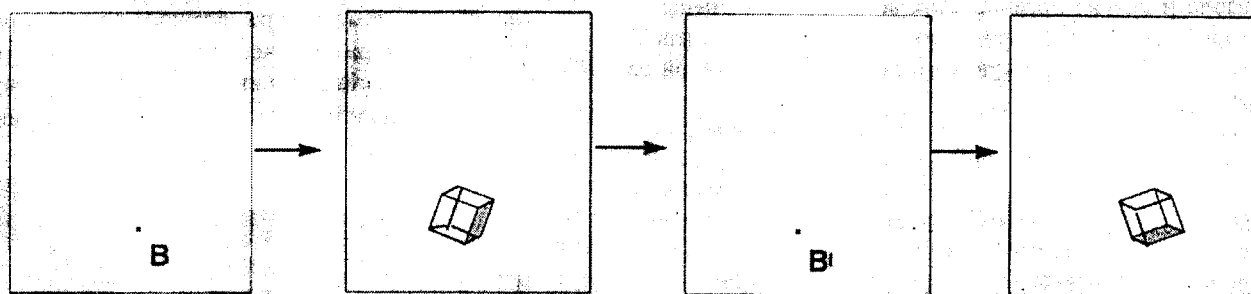
5. Полиморфный переход может быть вызван внесением «искусственного» дефекта путем слабого укола. Под микроскопом можно наблюдать образование зародыша в «искусственном» дефекте.
6. В каждом центре кристаллизации «закодирована» индивидуальная ориентация решетки новой модифи-

кации. При полиморфных превращениях в некоторых случаях наблюдается жесткая ориентационная связь между модификациями [6], а в других – она отсутствует [7]. В случаях, когда отсутствует кристаллографическая ориентационная связь, при многократных превращениях наблюдается повторение рентгенографических изображений. Это явление объяснено «ориентационной памятью», т.е. причиной повторения рентгеновских картин является образование зародыша новой фазы на одном и том же месте дефекта решетки матричного кристалла. В дефекте А дочерний кристалл имеет одну ориентацию (см. на рис.2а), а в де-

фекте В другую (рис. 2б), т.е. кристаллы дочерней фазы иррационально и случайно ориентированы в матричном кристалле. Этот факт еще раз подтверждает, что рост кристалла в твердом состоянии напоминает рост кристалла из жидкой и газовой среды без затравки, за исключением полиморфного превращения монокристалл-монокристалл, при котором новые упорядоченные кристаллы растут (недиффузионный процесс) из упорядоченного матричного монокристалла, а из жидкой и газовой среды упорядоченные фазы растут (путем диффузии) за счет не упорядоченной среды.



а)



б)

Рис.2. Повторение ориентации и формы растущего кристалла при условии возникновения зародыша в одном и том же дефекте решетки.

7. Если при повторном превращении зародыш новой фазы возникает в прежней точке матричного кристалла, то температура начала фазового перехода повторяется, т.е. в каждом дефекте «закодирована» как ориентация дочернего кристалла, так и температура, присущая только ему.

Таким образом, можно сказать, что до процесса полиморфного превращения predeterminedены число зародышей,

температура их возникновения, местонахождение и пространственная ориентация каждого реального и потенциального зародыша.

В заключении можно сказать, что гетерогенное зарождение является единственно возможным при полиморфных превращениях. В соответствии с этим экспериментальным заключением гомогенное зарождение представляется невозможным.

[1] K.C. Russel. Jn: Phase. Trans., Am. Soc. Met. London, 1970, p. 219.  
 [2] R.B. Nicholson. Jn: Phase. Trans., Am. Soc. Met. London, 1972, v. 32, p. 269.  
 [3] D. Turubull, In: Mat. Res. In the NATO Nations, 1963, p. 55.  
 [4] Ю.Г. Асадов, В.И. Насиров. Кристаллография, 1972, т.17, вып. 5, с. 991.

[5] М.В.Мнюх, Н.А.Панфилова. ДАН СССР, 1975, т. 222, №3, с. 579.  
 [6] Ю.Г. Асадов, В.И. Насиров. ДАН СССР, 1970, т. 191, № 6.  
 [7] Ю.Г. Асадов, В.И. Насиров. Изв. АН Аз.ССР, 1973, №1, с. 80.

V.İ. Nəsirov, Y.Q. Əsədov

**BƏRK CİSİMLƏRDƏ RÜŞEYM ƏMƏLƏ GƏLMƏSİNİN BƏZİ ASPEKTLƏRİ BARƏDƏ**

İşdə bərk cisimlərdə kristal böyüməsi zamanı rüşeym əmələ gəlməsinin tədqiqatının nəticələri verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, polimorf çevrilmələr zamanı yeganə mümkün böyümə heterogen böyümədir və həmin çevrilmələr zamanı homogen böyümə mümkün deyildir.

V.I. Nasirov, Yu.G. Asadov

**SOME ASPECTS OF CRYSTAL GROWTH IN SOLID STATE SUBSTANCE**

It is shown that at polymorphic transformation in solid crystalline matter the crystal growth of a new phase take place mainly in heterogeneous state but not in homogeneous one.

*Дата поступления: 18.11.99*

*Редактор: Д.Ш. Абдинов*