

Физика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 7. Что прочнее?

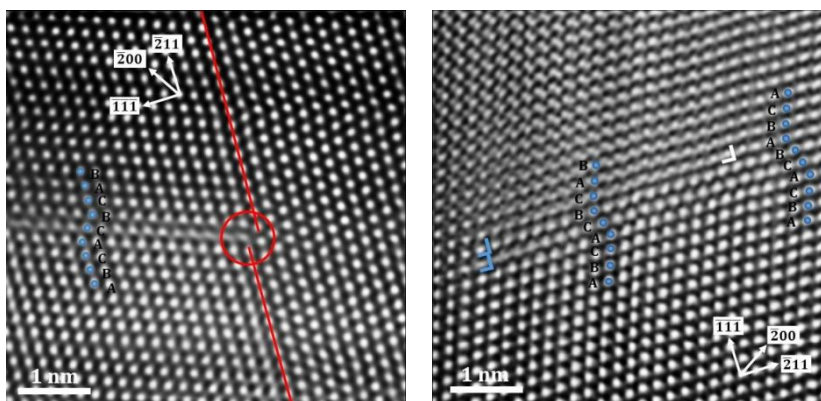


Рис. HAADF изображения дислокаций в стали

Известно, что пластичность металлов во многом обусловлена наличием в их структуре дислокаций, которые способны перемещаться в пределах кристалла под действием приложенной нагрузки. Однако, в поликристаллических материалах движение дислокации ограничено размером зерна, в котором она расположена (переход из одного зерна в другое невозможен). Поэтому наблюдается эффект размерного упрочнения, именуемый законом Холла-Петча:

$$\sigma = \sigma_0 + \frac{k}{\sqrt{d}},$$

где d – размер зерна (м), σ – минимальное механическое напряжение, при котором возникают пластические деформации в поликристаллическом материале с размером зёрен d (МПа), σ_0 – минимальное механическое напряжение, при котором возникают пластические деформации в монокристаллическом материале (МПа, таблица 1), k – коэффициент, зависящий от природы материала (МПа·м^{0,5}).

Таблица 1. Значения σ_0 для монокристаллической меди, легированной стали 20Х и паутины

Материал	σ_0 , МПа
Монокристаллическая медь	25
Легированная сталь 20Х	550
Паутина	1150

1. Что такое дислокация в кристалле? Какие бывают виды дислокаций? **(2 балла)**
2. Оцените отношение механических напряжений, которые необходимо приложить к монокристаллическому и поликристаллическому ($d = 10$ мкм) медным стержням, чтобы растянуть их на 0,01%. Модуль Юнга меди равен 110 ГПа. **(4 балла)**
3. Может ли минимальное механическое напряжение, вызывающее пластические деформации в меди, оказаться таким же, как у легированной стали 20Х или паутины? Ответы обоснуйте. Для меди $k = 0,11$ МПа·м^{0,5}, а характерный размер дислокаций составляет около 20 нм. **(4 балла)**

Всего – 10 баллов