

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО  
ТИТАНОВОГО СПЛАВА ОТ4 С ВЫСОКИМИ СКОРОСТЯМИ  
РАСТЯЖЕНИЯ

В.И.Зинкевич, В.И.Беляев

Исследованию действия высоких скоростей растяжения на характеристики тонкой кристаллической структуры посвящено ряд работ /1-3 и др./. Однако в этих работах рассматриваются в основном вопросы упрочнения (при сжатии) металлов под действием импульсных нагрузок. Сведений о влиянии ударного растяжения на тонкую структуру очень мало. Для оценки деформированного состояния металла, подвергнутого высокоскоростному растяжению, необходимы исследования не только механических свойств, но и тонкой кристаллической структуры.

В настоящей работе приводятся результаты исследования субструктурных изменений, возникающих при высокоскоростной пластической деформации отожженного титанового сплава ОТ4. Измерения были выполнены на дифрактометре УРС-50ИМ с ионизационной регистрацией рентгеновских интерференционных линий. Деформирование пятикратных цилиндрических образцов проводилось путем одноосного растяжения при комнатной температуре /4,5/ со скоростями от  $10^{-4}$  до 250 м/сек.

При исследовании образцов на установке УРС-50ИМ на рентгеновую трубку с медным излучением подавалось напряжение 33 кв при токе анода 12 ма. Каждый образец снимался три-четыре раза; разброс в положении максимумов не превышал 1'. Для эталонных образцов путем подбора условий отжига и съемки добивались расщепления  $K_{\alpha}$  - дублета уже на первых линиях. Разделение компонент дублета выполнялось по способу Демонда /6/. Характеристики субструктуры - средний размер областей когерентного рассеяния  $D$  и величину микронсмажений  $\frac{\Delta d}{d}$  рассчитывали методом аппроксимации по отклонению рентгеновских интерференционных линий от плоскостей (100) и (201).

На рис. 1 и 2 приведены результаты определения логарифmicкого размера областей когерентного рассеяния и микронсмажений кристалли-

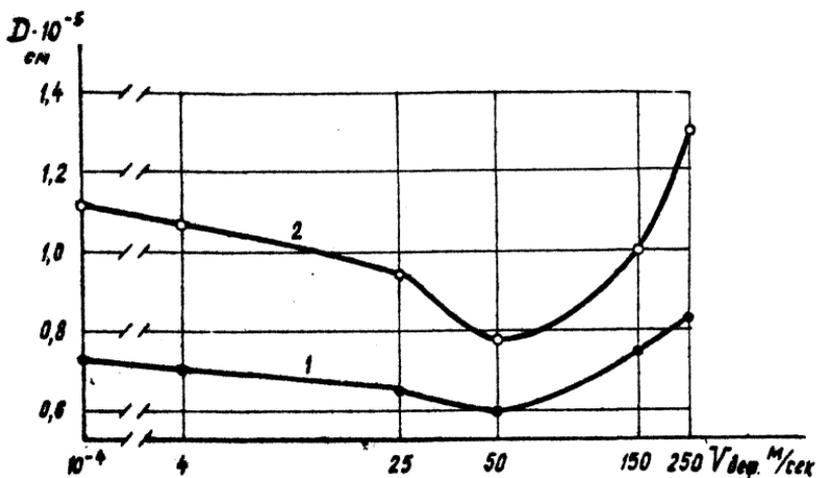


Рис. 1.

Зависимость областей когерентного рассеяния ( $D$ ) от скорости деформирования ( $V_{деф}$ ): 1 - в области разрыва; 2 - у неподвижной головки образца.

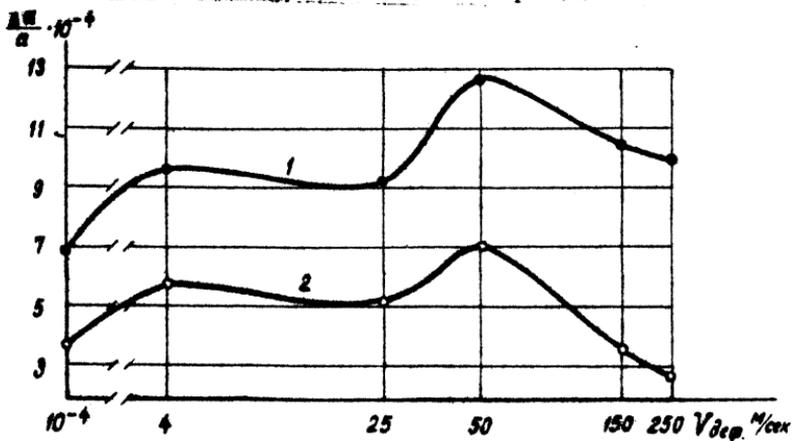


Рис. 2.

Зависимость микроискажений кристаллической решетки ( $\frac{\Delta a}{a}$ ) от скорости деформирования ( $V_{деф}$ ): 1 - в области разрыва; 2-у неподвижной головки образца.

ческой решетки в зависимости от скорости деформирования.

Из представленных данных (рис.1) видно, что по мере увеличения скорости деформирования от статики до 50 м/сек размеры блоков постепенно уменьшаются. У образцов, разорванных со скоростью 50 м/сек, величина областей когерентного рассеяния в месте разрыва (кривая 1) составляет  $6,0 \cdot 10^{-4}$  см против  $7,4 \cdot 10^{-4}$  см при статике, а у неподвижной головки (кривая 2) -  $7,8 \cdot 10^{-4}$  см против  $11,1 \cdot 10^{-4}$  см. Для образцов, деформированных со скоростью 150 м/сек, величина областей когерентного рассеяния приближается к статическим значениям.

Кривые распределения микроискажений кристаллической решетки в сечении по длине образца при высокоскоростном деформировании имеют сложный характер. Из рис. 2 следует, что их величина в области разрыва (кривая 1) повышается уже при небольших скоростях деформирования (4 м/сек), а затем незначительно снижается (25 м/сек). Резкое изменение микроискажений кристаллической решетки наблюдается при достижении скорости деформирования 50 м/сек. При этой скорости растяжения величина  $\frac{\Delta\sigma}{\sigma}$  возрастает почти в два раза по сравнению со статически испытанными образцами. Дальнейшее увеличение скорости деформирования приводит к их снижению. Аналогичным образом происходит изменение микроискажений решетки у неподвижной головки образца (кривая 2).

В соответствии с концепцией Г.В.Курдюмова [7] следует считать, что определяющим фактором, вызывающим упрочнение металлов и сплавов, является дробление мозаичных блоков, которые отделены друг от друга стенками дислокаций (вследствие чего эти области оказываются повернутыми одна относительно другой на малые углы). Такое дробление блочной структуры с увеличением скорости деформирования сопровождается возникновением новых дислокаций. Образование новой дислокации в пределах области когерентного рассеяния приводит к относительной дезориентации элементов объема блока, разделенных возникшей дислокацией на углы, равный  $\frac{b\delta}{D}$ , где  $\delta$  - вектор Бюргерса. При  $D \approx 10^{-5}$  см и  $b \approx 3 \cdot 10^{-8}$  см угол дезориентации составит около  $3 \cdot 10^{-3}$  радian, и подобный эффект проявится в дополнительном размытии интерференционных линий.

Проведенные исследования показывают, что характер субструктурных изменений зависит не только от скорости деформирования, но и от сечения по длине образца, что объясняется особенностью распределения пластической деформации. При этом интенсивное дробление

областей когерентного рассеяния после высокоскоростного растяжения, по сравнению со статическим, свидетельствует о несколько большем размножении дислокаций и об увеличении их плотности.

### Л и т е р а т у р а

1. Кристал М.А. и др. Механические свойства статически и динамически деформированных сплавов. ФММ, том 15, вып.2, с.305, 1963.

2. Атрощенко Э.И., Паиков П.О., Рядицкая И.М. Исследование тонкой структуры арко-железа, упроченного взрывом. ФММ, том 19, вып.6, с.923, 1965.

3. Красиков К.И. и др. Структура и механические свойства материалов после гидровзрывного формообразования. "Физико-химическая механика материалов", том 3, №6, с.702, 1967.

4. Зинкевич В.И., Беляев В.И. Зависимость механических свойств стали IX18N9T и титанового сплава OT4 от скорости растяжения. Известия АН БССР, серия физико-технических наук, № 1, с.48, 1968.

5. Беляев В.И., Зинкевич В.И. и др. Некоторые вопросы методики динамического растяжения металлов. Сб. "Новая техника и прогрессивная технология". Изд-во "Высшая школа". Минск, с. 311, 1969.

6. Рентгенография в физическом металловедении. Под редакцией Ю.А.Багарицкого. "Металлургиядат", М., 1961.

7. Кардонский В.М., Курдюмов В.Г. и др. Влияние свойств кристаллов и субструктуры зерна на прочность. ФММ том 11, вып.4, с.609, 1961.