

даются и аннигилируют на свободных поверхностях, межфазных и межзёренных границах, на дислокациях. Вакансии преим. образуются в растянутых областях, откуда мигрируют в области сжатия. Диффузионный поток межузельных атомов идёт в обратном направлении. Диффузионная П. к. заметна лишь при высоких гомологич. темп-рах ($\Theta \gtrsim 0,5$). В области низких и умеренных темп-р она проявляется только в спец. условиях, напр. при коррусклярном облучении кристалла, когда в нём возникает большая концентрация неравновесных вакансий и межузельных атомов. При диффузионной П. к. предел текучести, предельная деформация до разрушения, др. пластич. характеристики с высокой степенью точности изотропны и не зависят от ориентации кристаллич. решётки относительно гл. осей тензора напряжений.

Осн. вклад в диффузионную П. к. дают вакансии, т. к. энергия их образования существенно меньше, чем энергия образования межузельных атомов. Если в узлах решётки располагаются атомы разных сортов, вакансии могут образовывать с нек-рыми из них связанные состояния, комплексы «вакансия — атом», и мигрировать по кристаллу в составе таких комплексов. Этот эффект затрудняет диффузионную П. к., причем в случае образования малоподвижных комплексов очень сильно. Кроме того, он приводит к простейшему перераспределению атомов: те из них, что входят в состав комплексов, сегрегируют на вакансионных стоках, затягиваются в области сжатия, уходят из растянутых областей.

Краудинная пластичность. В резко неоднородных полях больших сжимающих напряжений при низких гомологич. темп-рах в областях высокосовершенной кристаллич. структуры могут возникать динамич. краудионы — одномерные сгущения в цепочках атомов, располагающихся вдоль плотноупакованных направлений. Рождение и распространение их по кристаллу лежит в основе краудинной П. к. Пробеги динамич. краудионов невелики — они эффективно рассеиваются даже на незначит. отклонениях атомов из узлов кристаллич. решётки. По этой причине краудинная П. к. охватывает локальные области кристалла. Обычно её наблюдают вблизи места вдавливания индентора в малопластичных материалах.

Межзёренная пластичность. В поликристаллах, деформируемых в высокотемпературной области ($\Theta \gtrsim 0,5$), при нек-рых скоростях нагружения обнаруживается межзёренная П. к. Она реализуется за счёт проскальзывания зёрен, как целое, по границам сопряжения. Проскальзывание имеет две причины. Первая — интенсификация дислокац. и диффузионной П. к. в узкой приграничной зоне, где скапливаются дислокации, не сумевшие преодолеть границу. Вторая причина связана с явлением делокализации ядер дислокаций, попавших на границу из объёма зерна. В процессе делокализации атомная структура дислокац. ядра теряет свою устойчивость и способна к направленной перестройке даже при незначит. сдвиговых напряжениях. Если пластич. деформация идёт с такой скоростью, что на участки границы, охваченной делокализацией, за характерное время этого процесса попадает одна дислокация из объёма прилегающих зёрен, вся граница становится неустойчивой. Подобный механизм проскальзывания реализуется в условиях структурной сверхпластичности, когда на долю межзёренных сдвигов приходится до 80% общей деформации образца.

Влияние дефектов кристаллического строения на пластичность. П. к. полностью определяется дефектами строения кристаллич. решётки. Подвижные дефекты являются носителями элементарных актов пластич. деформации. Направленное перемещение по кристаллу вакансий, межузельных атомов, краудионов, дислокаций, двойниковых и межфазных границ вызывает в нём массоперенос, необратимое изменение размеров и фор-

мы. Чем легче происходит движение этих дефектов, тем сильнее влияет на него поле напряжений, тем выше П. к. Роль неподвижных дефектов зависит от вида пластичности. При дислокац. пластичности любые неподвижные дефекты затрудняют протекание пластич. деформации, т. к. в большей или меньшей мере все они тормозят движение дислокаций.

Исходное распределение дефектов полностью определяет предел текучести и особенности нач. стадий пластич. течения кристалла. В дальнейшем влияние исходной структуры ослабевает, поскольку по мере деформирования она постепенно заменяется новой, возникающей в ходе размножения и перестройки дефектов — носителей пластич. деформации. При дислокац. П. к. закономерно эволюционирует дислокац. структура кристалла. Плотность дислокаций с ростом деформации нарастает вплоть до высоких, порядка 10^{11} см⁻², значений. При этом из-за сильного междислокац. взаимодействия в ансамбле дислокаций возникают коллективные формы движения. В случае неоднородного распределения дислокаций коллективные формы движения реализуются в виде пластич. ротаций, заключающихся в поворотах отд. участков кристалла как целого. Структурными носителями пластич. ротаций являются дефекты дисклинац. типа — оборванные границы разориентации и стыковые дисклинации. С движением этих дефектов связано развитие ротац. мод пластичности. Вклад ротац. мод в общую П. к. увеличивается с ростом деформации и приводит к фрагментации кристалла — разбиению его на микроскопические (размером 0,2—0,5 мкм) области, разориентировки к-рых ω увеличиваются с ростом деформации ϵ примерно по линейному закону

$$\omega = \alpha(\epsilon - \epsilon_0),$$

где ϵ_0 — величина деформации, с к-рой началась фрагментация кристалла; α — геом. коэф. ($0,5 \lesssim \alpha \lesssim 1$); ω — в радианах; ϵ и ϵ_0 — истинные логарифмич. деформации. В высокопластичных материалах разориентировки между фрагментами могут достигать неск. десятков градусов, при этом сами фрагменты очищаются от дислокаций и становятся высокосовершенными монокристаллич. областями (рис. 6). В кристаллах,

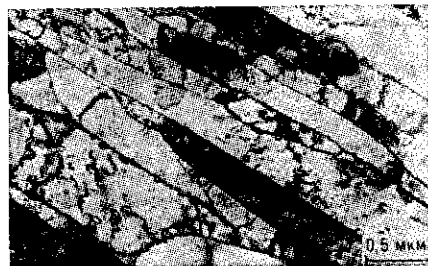


Рис. 6. Фрагментированная структура Мо при $\epsilon = 1,6$.

подверженных деформации, двойникованию, фрагментируется не только матрица, но и внутр. объёмы двойников, в результате чего структура после больших деформаций представляет собой сложную смесь сильно и неоднородно разориентированных микрорегионов. Явление фрагментации обладает большой общностью. Оно наблюдается независимо от исходной структуры и типа кристаллич. решётки, при любом практически осуществимом упругонапряжённом состоянии деформируемого кристалла, при разных темп-рах ($\Theta \lesssim 0,5$) и скоростях нагружения. Единств. условием фрагментации является достижение достаточной величины деформации ($\epsilon > \epsilon_0$). Т. о., поздние стадии дислокац. П. к. всегда развиваются на фоне фрагментации кристалла. Это обуславливает её осн. особенности: пространственную неоднородность и локализацию течения,