

Особенности термического и деформационного упрочнения при термопластической обработке

¹Давидович А. Н., ¹Голубев В. С., ²Давидович Л. М., ²Мазуренок А. В.

¹УП Физико-Технический институт НАН Беларуси

²Белорусский национальный технический университет

В силу поликристаллического строения все металлы при пластическом деформировании упрочняются за счет движения и взаимодействия дефектов кристаллической решетки, при этом их плотность увеличивается.

Постепенный рост плотности дислокаций происходит в результате деформации металла до степеней, соответствующих плотности дислокаций $\rho = 10^{11} \text{ см}^{-2}$. Дальнейшее повышение степени деформации не дает заметного увеличения прочности металла, поскольку начинается процесс аннигиляции дислокаций различных знаков с возрастанием релаксационных процессов и зарождением дефектов разрушения металла.

Таким образом, обычное, непрерывное пластическое деформирование не даст значительного увеличения прочности металла и, тем более, не дает приблизиться к предельной ее величине, поскольку при больших степенях деформации из двух конкурирующих процессов упрочнения и разупрочнения интенсивность последнего будет возрастать, приводя в конечном итоге к снижению прочности металла и к его разрушению.

Дополнительное упрочнение металла путем увеличения плотности фрагментированной структуры очевидно следует достигать циклическим повторением малых деформаций с предварительной разгрузкой деформируемого объема или разбиением технологического процесса на этапы по времени и степени деформации. Во время разгрузки происходит неконсервативное «переползание» находящихся ранее в напряженном состоянии дислокаций и, соответствующая этому, релаксация внутренних напряжений. Наступает своеобразный «отдых» металла, который позволяет получать дополнительное упрочнение на последующих этапах деформирования.

На завершающей стадии обработки производится закалка изделий с фиксированием фрагментированной дислокационной структуры с высокими механическими свойствами стали. На практике этот подход реализован при изготовлении лезвий деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники повышенной прочности.