



Лекция 7

Тема Лекции: Конструкционная прочность материалов

*к.ф.-м.н., PhD, ассоциированный профессор
Тулегенова Аида Тулегенкызы*

Цель лекции:

Раскрыть физическую сущность конструкционной прочности материалов, особенности пластической деформации поликристаллических металлов, а также рассмотреть процессы наклепа, возврата и рекристаллизации, определяющие восстановление и изменение структуры и свойств металлов после деформации .

Основные вопросы:

1. Конструкционная прочность материалов
2. Особенности деформации поликристаллических тел.
3. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металла: наклеп
4. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла: возврат и рекристаллизация

Конструкционная прочность материалов

Конструкционная прочность – комплекс прочностных свойств, которые находятся в наибольшей корреляции со служебными свойствами данного изделия, обеспечивают длительную и надежную работу материала в условиях эксплуатации.

На конструкционную прочность влияют следующие факторы:

- **конструкционные особенности детали** (форма и размеры);
- **механизмы различных видов разрушения детали;**
- **состояние материала в поверхностном слое детали;**
- **процессы, происходящие в поверхностном слое детали,** приводящие к отказам при работе.

Необходимым условием создания качественных конструкций при экономном использовании материала является учет дополнительных критериев, влияющих на конструкционную прочность. Этими критериями являются **надежность** и **долговечность**

Надежность — свойство изделий, выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого времени или сопротивление материала хрупкому разрушению.

Развитие хрупкого разрушения происходит при низких температурах, при *наличии трещин*, при повышенных остаточных напряжениях, а также при *развитии усталостных процессов и коррозии*.

Критериями, определяющими надежность, являются температурные пороги ***хладоломкости***, сопротивление распространению трещин, ударная вязкость, характеристики пластичности, живучесть.

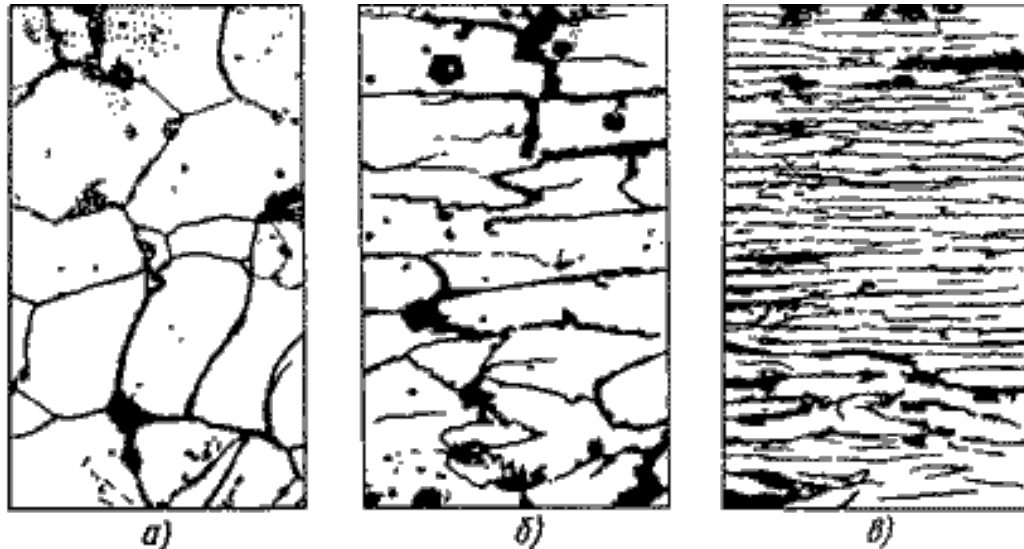
Долговечность — способность детали сохранять работоспособность до определенного состояния.

Долговечность определяется усталостью металла, процессами износа, коррозии и другими, которые вызывают *постепенное разрушение* и не влекут аварийных последствий, то есть условиями работы

Особенности деформации поликристаллических тел

Деформация поликристаллического тела складывается из деформации отдельных зерен и деформации в приграничных объемах.

Отдельные зерна деформируются скольжением и двойникованием, однако взаимная связь зерен и их множественность в поликристалле вносят свои особенности в *механизм деформации*.

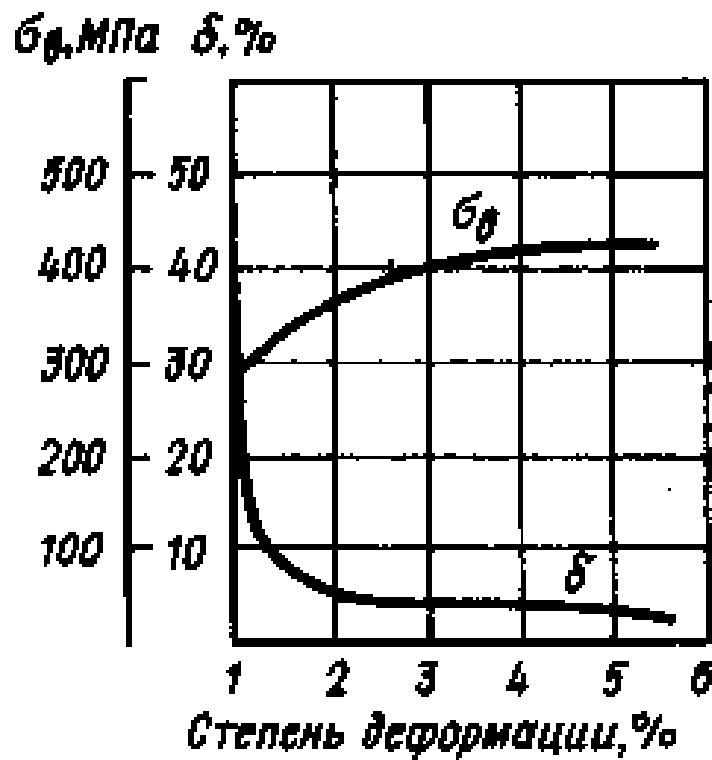


- а) до деформации;
- б) после обжата на 35%;
- в) после обжата на 90%.

Текстура деформации создает кристаллическую анизотропию, при которой наибольшая разница свойств проявляется для направлений, расположенных под **углом 45°** друг к другу.

С увеличением степени деформации характеристики **пластичности** (относительное удлинение, относительное сужение) и **вязкости** (ударная вязкость) уменьшаются, а прочностные характеристики (предел упругости, предел текучести, предел прочности) и **твёрдость увеличиваются**. Также повышается электросопротивление, снижаются сопротивление коррозии, теплопроводность, магнитная проницаемость.

Совокупность явлений, связанных с изменением механических, физических и других свойств металлов в процессе пластической деформации называют *деформационным упрочнением* или *наклепом*



Влияние холодной пластической деформации на механические свойства металла

Упрочнение при наклепе объясняется возрастанием на несколько порядков плотности дислокаций:

$$\rho = 10^6 \dots 10^8 \rightarrow 10^{11} - 10^{12} \text{ см}^{-2}$$

Их свободное перемещение затрудняется взаимным влиянием, также торможением дислокаций в связи с измельчением блоков и зерен, искажениями решетки металлов, возникновением напряжений

Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла: возврат и рекристаллизация

При повышении температуры металла в процессе нагрева после пластической деформации диффузия атомов увеличивается и начинают действовать процессы разупрочнения, приводящие металл в более равновесное состояние – *возврат* и *рекристаллизация*.

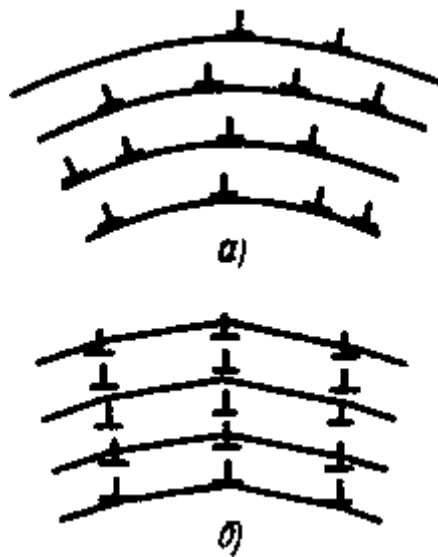


Схема полигонизации: *а* – хаотическое расположение краевых дислокаций в деформированном металле; *б* – дислокационные стенки после полигонизации.

Вопросы для контроля изучаемого материала:

1. Что понимается под конструкционной прочностью материала?
2. Почему поликристаллические металлы прочнее монокристаллов?
3. В чём заключается физическая природа наклёпа?
4. Что происходит в металле при возврате и рекристаллизации?
5. Как можно управлять прочностью и пластичностью металлов с помощью термической обработки?

Список литературных источников:

1. Улицкий А. Р. Физика материалов. — М.: Физматлит, 2021.
2. Новиков И. И. Материаловедение. — М.: Metallurgy, 2019.
3. Callister W. D., Rethwisch D. G. Materials Science and Engineering: An Introduction. — Wiley, 2022.
4. Ashby M., Jones D. Engineering Materials 1–2. — Elsevier, 2021.
5. Лившиц Б.Г., Краношин В.С., Липецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.: Metallurgy, 1980, -320 с