

Механические свойства твёрдых тел

Свойства металлов и сплавов

Различают физические, химические, технологические и механические свойства.

Физические свойства определяют поведение материалов в тепловых, гравитационных, электромагнитных и радиационных полях. К физическим относятся плотность, теплоемкость, температура плавления, термическое расширение, магнитные характеристики, теплопроводность, электропроводность.

Под химическими свойствами понимают способность материалов вступать в химическое взаимодействие с другими веществами, сопротивляемость окислению, проникновению газов и химически активных веществ. Характерным примером химического взаимодействия среды и металла является коррозия.

Технологические свойства металлов и сплавов характеризуют их способность подвергаться горячей и холодной обработке, в том числе при выплавке, горячем и холодном деформировании, обработке резанием, термической обработке и особенно сварке.

Целесообразность применения тех или иных материалов определяется не только их свойствами, но и их стоимостью.

При конструировании изделий в первую очередь руководствуются

механическими свойствами материалов. **Механические свойства**

материалов характеризуют их способность сопротивляться

деформированию и разрушению под действием различного рода

нагрузок. Механические нагрузки могут быть статическими,

динамическими и циклическими. Кроме того, материалы могут подвер

гаться деформации и разрушению как при разных температурах, так и в

различных, в том числе агрессивных, средах.

Механические свойства

К ним относятся: твердость, прочность, упругость,

Твердость – это способность материала сопротивляться внешней нагрузке

Прочность – это способность материала воспринимать нагрузку не разрушаясь

Упругость – это способность материала восстанавливать первоначальную форму после прекращения действия внешней силы

Пластичность – это способность материала изменять форму и размеры под действием внешней нагрузки без разрушения

Классификация механических испытаний

- По виду деформации - растяжение, сжатие, изгиб, кручение, срез.
- По характеру и времени воздействия нагрузок - статические (растяжение, изгиб, твердость), динамические (ударный изгиб), циклические (усталость), технологические (колпачки, выдавливание по Эриксену, кровельный замок, раздача трубы).
- По создаваемому в образце напряженному состоянию (одноосное растяжение, двухосное растяжение, трехосное объемное сжатие).
- По температуре - при нормальной, повышенной, пониженной температурах.

Современное машино- и приборостроение предъявляет высокие требования к конструкционным материалам в связи с резким повышением многих параметров работы: давлений, скоростей температур и т.п.

Широкое использование металлов в современной технике связано с тем, что они обладают замечательным комплексом механических свойств: **высокие прочность, твердость и упругость сочетаются у них с хорошей пластичностью и вязкостью.**

- **ПРОЧНОСТЬ** - способность металла противостоять действующим силам без разрушения;
- **ПЛАСТИЧНОСТЬ** - способность металла выдерживать деформацию без разрушения;
- **ДЕФОРМАЦИЯ** - изменение формы и размеров под действием силы, температуры, давления и т.д.;
- **УПРУГАЯ ДЕФОРМАЦИЯ** - когда тело восстанавливает размеры и форму после снятия нагрузки;
- **ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ** - когда тело изменяет первоначальную форму и размеры под действием сил.

Виды деформаций

- Деформация – это изменение формы или размеров тела
- Упругая и пластическая
- Линейная и объёмная

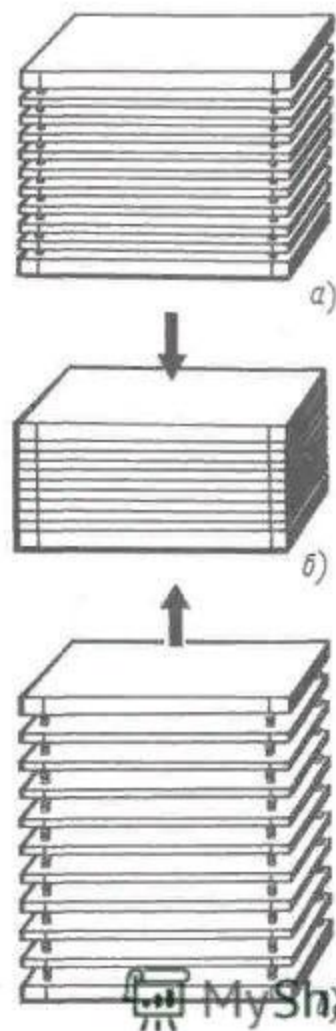
Виды деформаций

Среди деформаций, возникающих в твердых телах, можно выделить пять основных видов:

1. Растяжение
2. Сжатие
3. Сдвиг
4. Кручение
5. Изгиб.

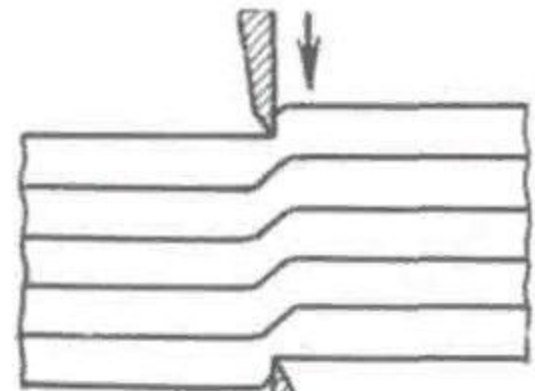
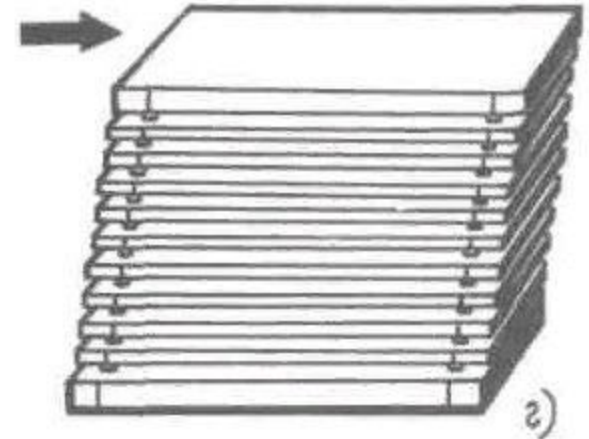
Растяжение - сжатие

При деформации сжатия и растяжения пластины остаются параллельными друг другу и расстояния между каждой парой соседних пластин изменяются на одну и ту же величину. Растяжение испытывают тросы подъемных кранов, канатных дорог, буксирные тросы, струны музыкальных инструментов. Сжатию подвергаются колонны, стены и фундаменты зданий.



Сдвиг

Деформацию сдвига можно получить, смещая верхнюю пластину параллельно самой себе и удерживая нижнюю неподвижной. При этом все пластины сместятся так, что расстояния между ними останутся неизменными. Деформацию сдвига испытывают, например, заклепки и болты, соединяющие металлические конструкции. Деформацией сдвига сопровождается процесс разрезания ножницами бумаги, картона, листового железа.

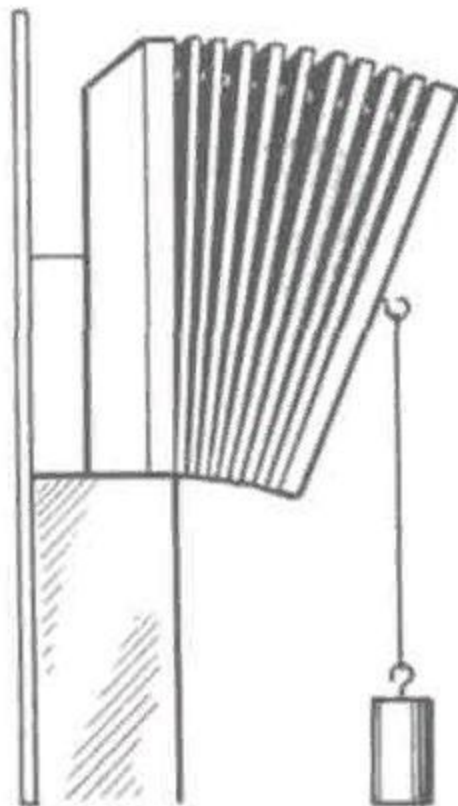


Деформацию кручения

можно наблюдать при повороте верхней пластины модели вокруг вертикальной оси. При этом расстояния между пластинами не меняются, но точки пластин, ранее лежавшие на одной прямой, смещаются в сторону друг от друга. Деформации кручения возникают при завинчивании гаек, при работе валов машин, при сверлении металлов и т. п.

Деформацию изгиба

Деформацию изгиба можно наблюдать, закрепив один конец балки, а к другому подвесив груз. В опыте на модели хорошо видно, что деформация изгиба сводится к деформации сжатия и растяжения, различной в разных частях тела. В середине бруска существует слой, не подвергающийся ни растяжению, ни сжатию. Он называется *нейтральным слоем*.

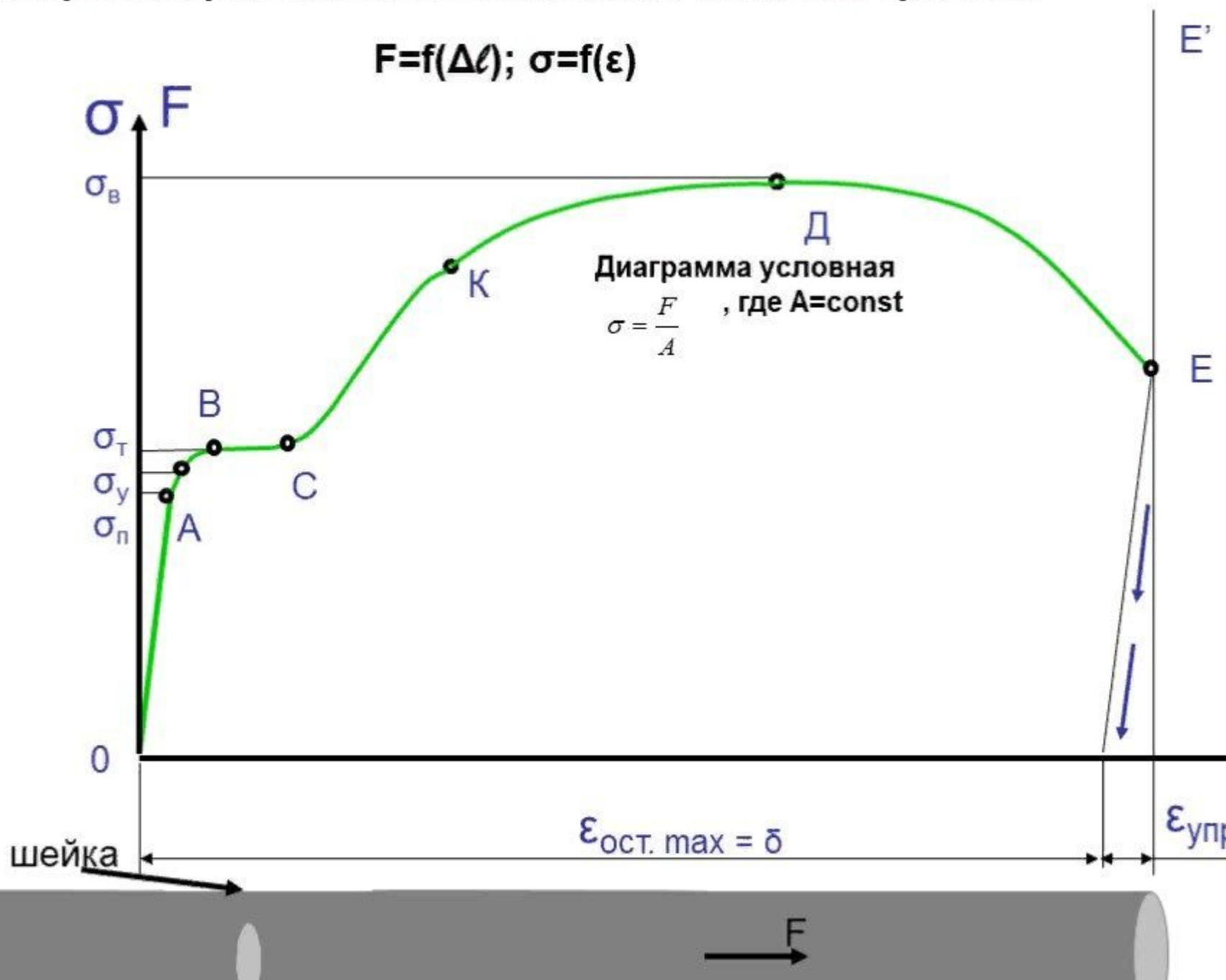


Диagramма растяжения

Графическое изображение зависимости относительного удлинения образца от приложенного к нему напряжения называется диаграммой растяжения

Диаграмма растяжения для пластичных материалов

$$F=f(\Delta l); \sigma=f(\varepsilon)$$



- σ_n – пределом прочности называется напряжение, равно отношению наибольшего растягивающего усилия к первоначальной площади поперечного сечения образца.
- σ_y – предел упругости – такое напряжение, при котором в материале получается наперед задания остаточная деформация (0,002 – 0,005%) от первоначальной длины образца.
- σ_T – пределом текучести называется такое напряжение, при котором относительные деформации растут без увеличения нагрузки.
- σ_B – предел пропорциональности называется, то наибольшее напряжение, до которого выполняется закон Гука, или то наибольшее напряжение, до которого относительные деформации в материале растут прямопропорционально напряжениям.



Диаграмма растяжения

Наибольшее напряжение, которое способен выдержать образец без разрушения, называется *пределом прочности*.

Запас прочности

Коэффициентом безопасности (или запасом прочности) называется отношение предела пропорциональности данного материала к максимальному напряжению, которое будет испытывать деталь конструкции в работе:

$$n = \frac{\sigma_n}{\sigma_D}$$

Модуль упругости

При малых (упругих) деформациях растяжения и сжатия отношение механического напряжения σ к относительному удлинению ε называется *модулем упругости* E (модулем Юнга):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{Fl_0}{|\Delta l|S}$$

Деформация и напряжение

- Деформацию сжатия и растяжения можно характеризовать абсолютным удлинением Δl

- Отношение абсолютного удлинения Δl к первоначальной длине образца называют относительным удлинением ε :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

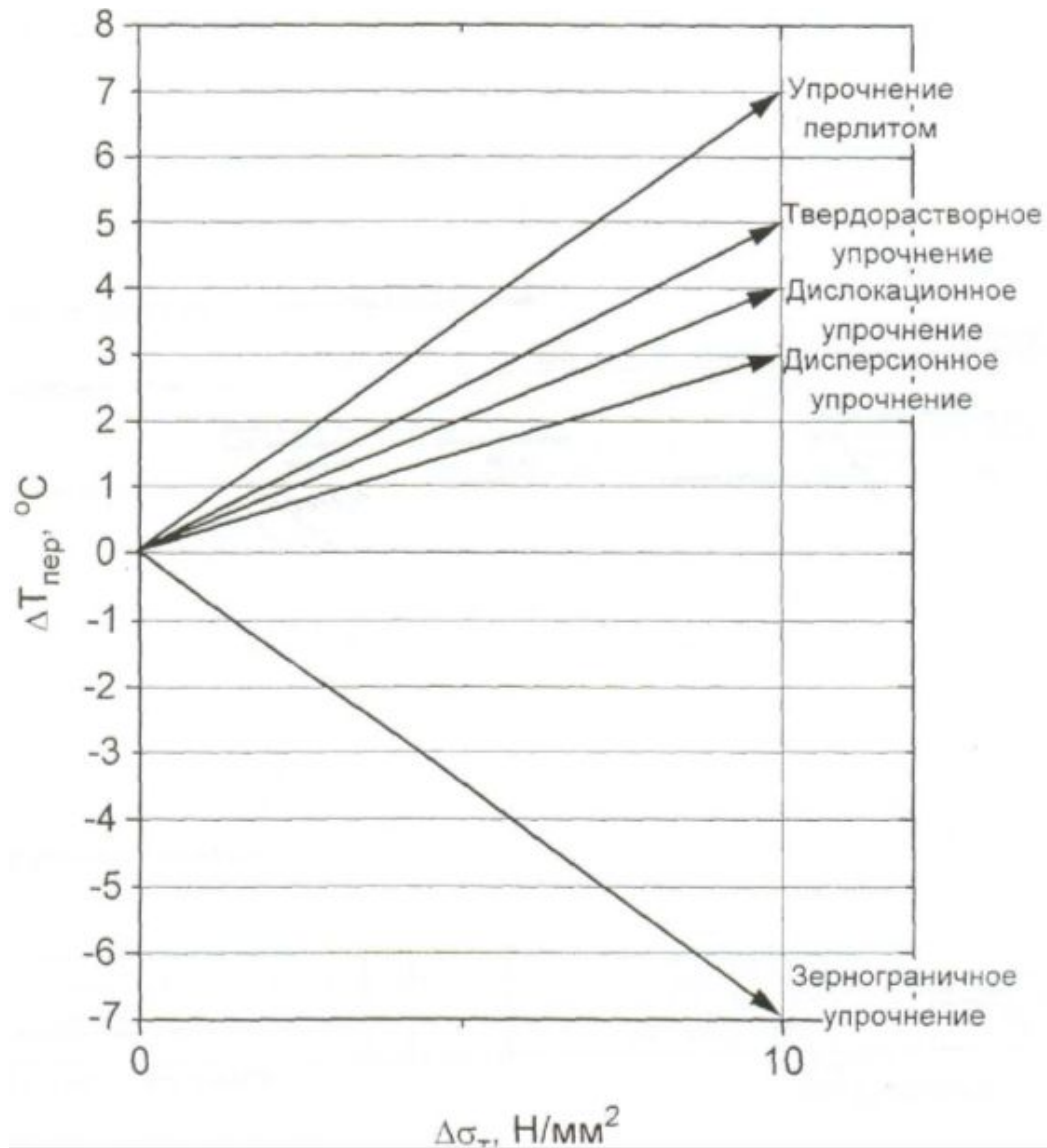
- Физическая величина, равная отношению модуля силы упругости F , возникающей при деформации, к площади сечения S образца, перпендикулярного вектору силы F , называется *механическим напряжением* σ :

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

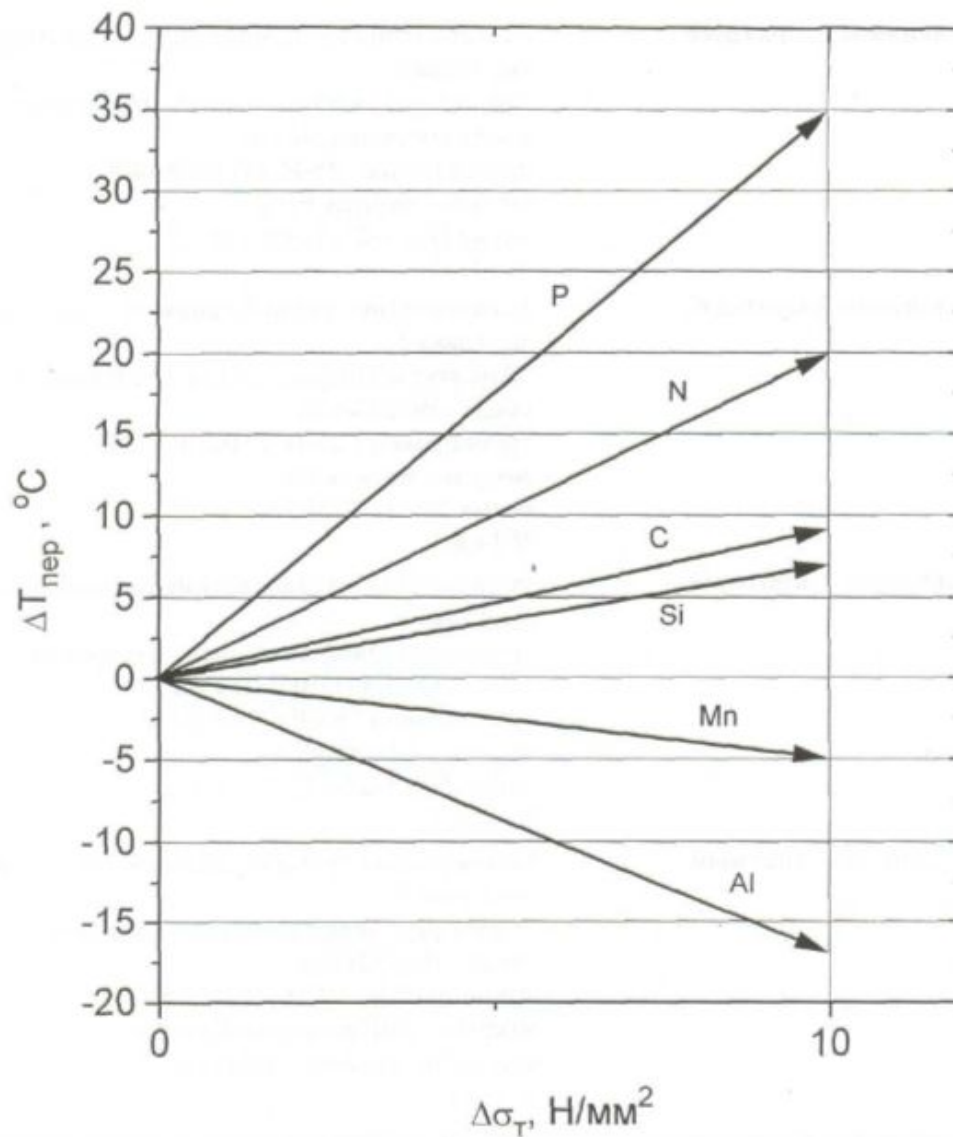
МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ

- повышение содержания углерода;
- образование твердых растворов замещения и внедрения;
- дисперсионное упрочнение;
- повышение плотности дислокаций;
- **измельчение зерна;**
- упрочнение превращением

Влияние различных механизмов упрочнения на переходную температуру хрупкого разрушения



Влияние химических элементов на переходную температуру хрупкого разрушения



Технологические и эксплуатационные свойства

Технологические свойства

Технологические свойства характеризуют способность материала подвергаться различным способам холодной и горячей обработки.

1. Литейные свойства.

Характеризуют способность материала к получению из него качественных отливок.

Жидкотекучесть – характеризует способность расплавленного металла заполнять литейную форму.

Усадка (линейная и объемная) – характеризует способность материала изменять свои линейные размеры и объем в процессе затвердевания и охлаждения.

Ликвация – неоднородность химического состава по объему.

2. Способность материала к обработке давлением.

Это способность материала изменять размеры и форму под влиянием внешних нагрузок не разрушаясь.

Она контролируется в результате технологических испытаний, проводимых в условиях, максимально приближенных к производственным.

Листовой материал испытывают на перегиб и вытяжку сферической лунки.

Проволоку испытывают на перегиб, скручивание, на навивание. Трубы испытывают на раздачу, сплющивание до определенной высоты и изгиб.

Критерием годности материала является отсутствие дефектов после испытания.

3. Свариваемость.

Это способность материала образовывать неразъемные соединения требуемого качества. Оценивается по качеству сварного шва.

4. Способность к обработке резанием.

Характеризует способность материала поддаваться обработке различным режущим инструментом. Оценивается по стойкости инструмента и по качеству поверхностного слоя.

Эксплуатационные свойства

Эксплуатационные свойства характеризуют способность материала работать в конкретных условиях.

Износостойкость – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

Коррозионная стойкость – способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.

Жаростойкость – это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

Жаропрочность – это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.

Хладостойкость – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.

Антифрикционность – способность материала прирабатываться к другому материалу.

При выборе материала для создания конструкции необходимо полностью учитывать механические, технологические и эксплуатационные свойства.