

# Свойства металлов

# **Механические свойства металлов**

# Определение

- Это способность металлов сопротивляться деформации и разрушению под действием нагрузок.

# Виды нагрузок

## Статические нагрузки

- Возрастают медленно от 0 до макс и далее остаются постоянными.

## Динамические нагрузки

- Возникают в результате удара, когда действие нагрузки исчисляется долями секунды

# Виды механических свойств

Твердость

- Свойство металлов оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твердого металла

Прочность

- Свойство сопротивляться разрушению под действием внешних сил

Ударная вязкость

- Способность металлов оказывать сопротивление действию ударных нагрузок

Выносливость

- Свойство металла противостоять усталости - разрушению

Ползучесть

- Деформация материала во времени под действием постоянного напряжения

# Виды деформаций

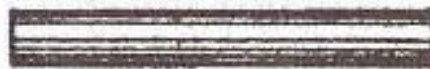
Начальный образец



Сжатие



Начальный образец



Растяжение



Кручение



Срез



Изгиб



Рис. 14. Основные виды деформации

# Испытание на растяжение

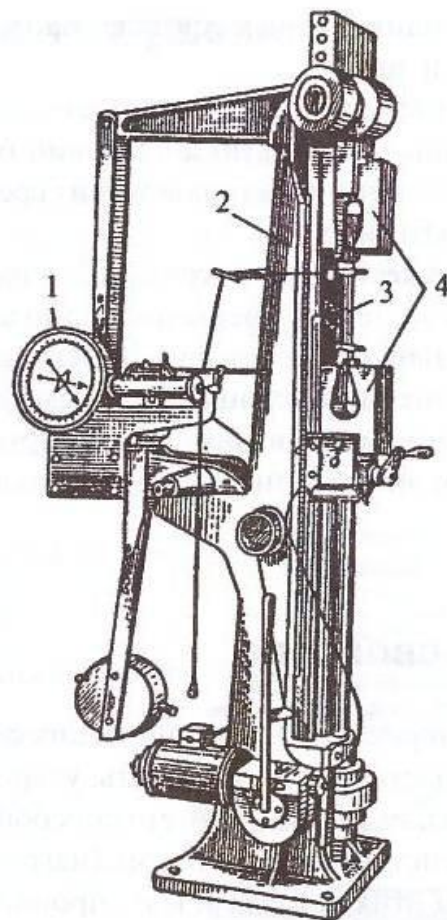


Рис. 15. Разрывная машина:

1 — шкала самописца; 2 — станина; 3 — образец; 4 — верхний и нижний захваты

# Определение прочности

Наибольшая нагрузка  $P_B$ , когда образец металла начинает сужаться (образуется шейка), называется нагрузкой предела прочности при растяжении, а напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, называется *пределом прочности при растяжении* —  $\sigma_B$  и определяется как отношение наибольшей нагрузки  $P_B$  к первоначальной площади поперечного сечения образца  $F_0$ , т.е.

$$\sigma_B = \frac{P_B}{F_0}, \text{ кг/мм}^2,$$

где  $P_B$  — наибольшая нагрузка, при которой образец разрушается, кг;  $F_0$  — площадь поперечного сечения образца до разрыва, мм<sup>2</sup>.



**Относительным удлинением  $\delta$**  называется отношение величины приращения длины образца после разрыва к его первоначальной длине, выраженное в процентах:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

где  $l_1$  — длина после разрыва, мм;  $l_0$  — первоначальная длина расчетной части образца, мм.

**Относительное сужение**  $\psi$  — отношение уменьшения площади поперечного сечения образца после испытания к первоначальной площади его поперечного сечения, выраженное в процентах:

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%,$$

где  $F_0$  — площадь поперечного сечения образца до начала испытания, мм<sup>2</sup>;  $F_1$  — площадь поперечного сечения в месте разрыва образца после испытания, мм<sup>2</sup>.

# Определение твердости и прочности

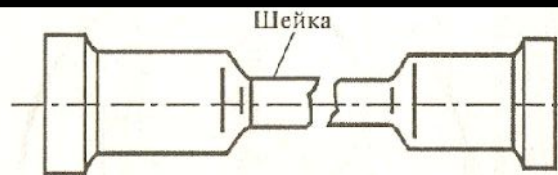


Рис. 40. Вид образца при испытаниях на растяжение после разрушения

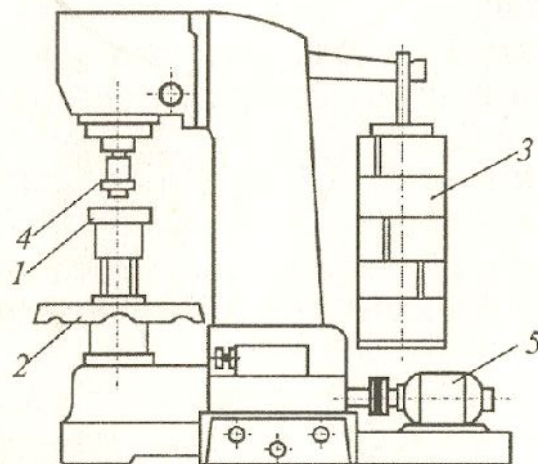


Рис. 41. Схема прибора для измерения твердости по Бринеллю:

1 — установочный стол; 2 — маховик вращения винта для создания предварительной нагрузки; 3 — груз; 4 — держатель индентора;

# Определение твердости

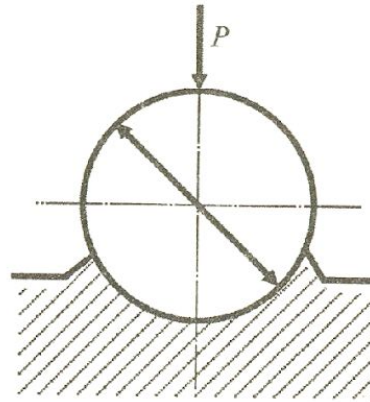


Рис. 42. Схема определения твердости по Бринеллю

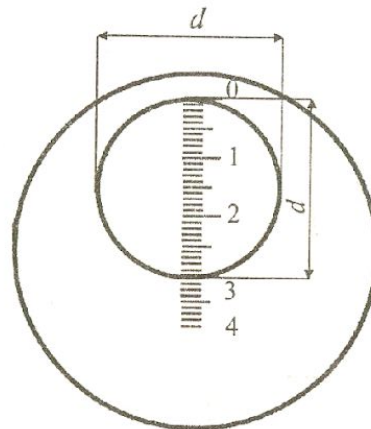


Рис. 43. Измерение диаметра отпечатка

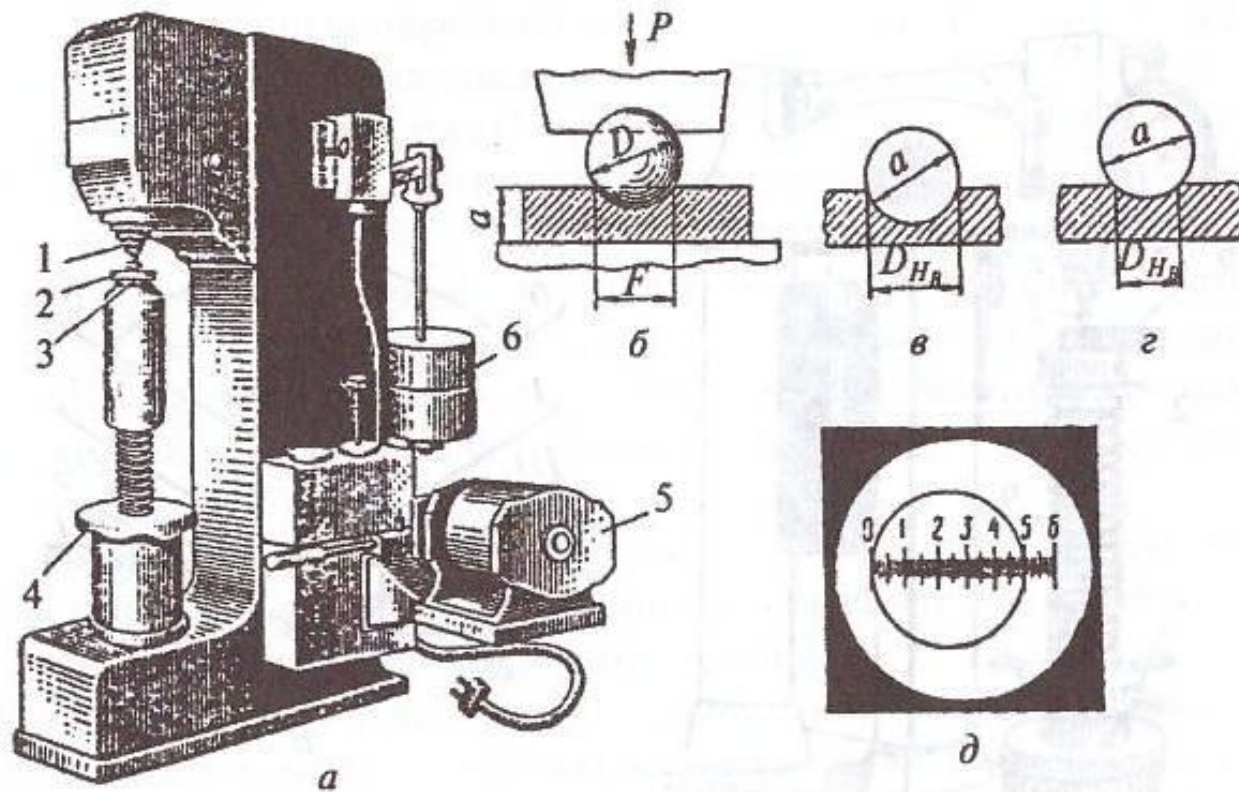


Рис. 17. Определение твердости металла по Бринеллю:  
*a* — общий вид пресса; *б* — схема испытания; *в* — отпечаток на мягком металле; *г* — отпечаток на твердом металле; *д* — проверка результатов испытания; 1 — шпиндель; 2 — испытуемый образец; 3 — столик; 4 — маховик; 5 — электродвигатель; 6 — груз

Твердость по Бринеллю обозначается буквами *HB* и определяется как отношение нагрузки *P* (кг), приходящейся на  $1 \text{ мм}^2$  сферической поверхности отпечатка *F*, по формуле

$$HB = \frac{P}{F}, \text{ кг/мм}^2.$$

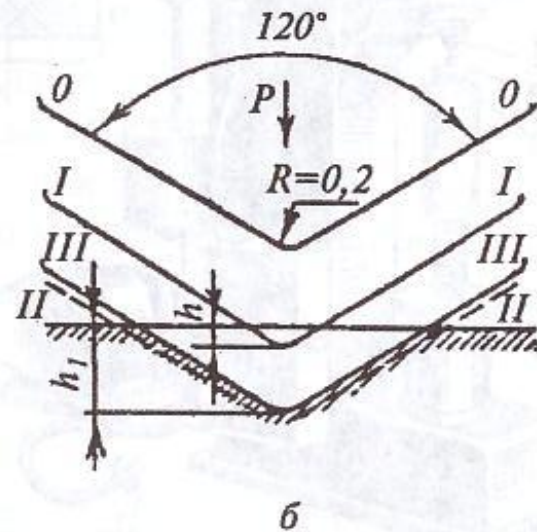
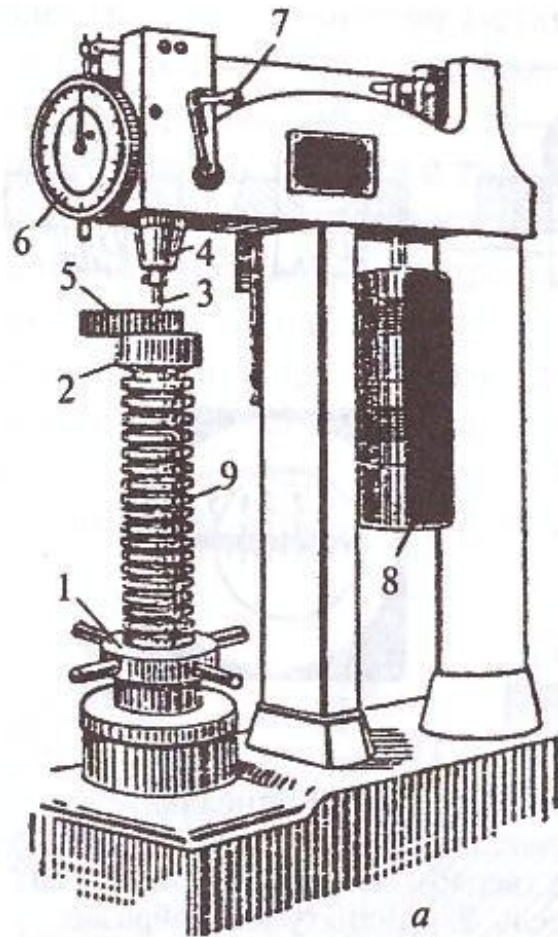


Рис. 18. Определение твердости металла по Роквеллу:  
*a* — прибор ТР; *б* — схема испытания вдавливанием алмазного конуса; 1 — маховик; 2 — столик; 3 — алмазный конус; 4 — шпindelь; 5 — испытуемый образец; 6 — индикатор, показывающий величину вдавливания; 7 — ручка; 8 — грузы; 9 — подъемный винт; I—I — углубление конуса под действием предварительной нагрузки, II—II — углубление конуса под действием полной нагрузки, III—III — углубление конуса при уменьшении полной нагрузки до значения предварительной нагрузки

# Определение твердости

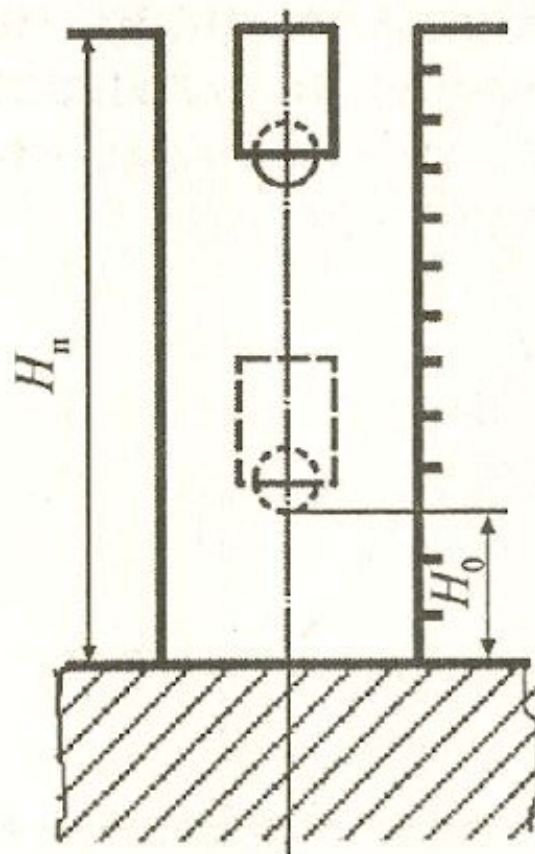


Рис. 44. Измерение  
твердости по Шору

## Испытания на усталость

Наибольшее напряжение, которое выдерживает металл без разрушения при повторении заранее заданного числа циклов, называют **пределом выносливости**.

на рисунке показана связь напряжения от числа циклов до разрушения. Прямая линия- это предел выносливости





# Определение вязкости разрушения

Используют образцы  
с надрезом.

Образец  
устанавливают на  
маятниковом копре  
так, чтобы удар  
маятника  
происходил против  
надреза, раскрывая  
его.

Маятник разрушает  
образец и ее  
значения  
считываются со  
шкалы.

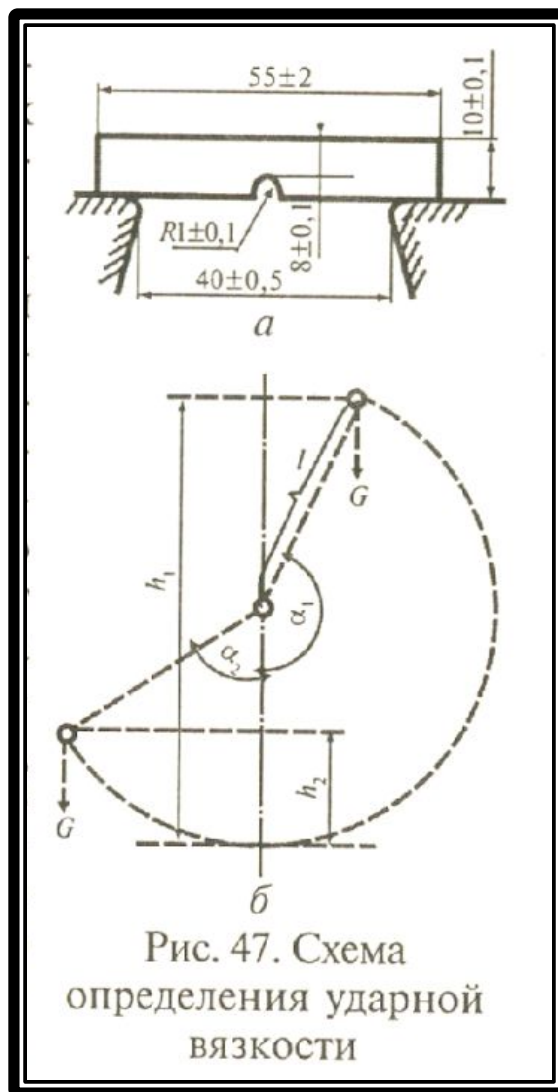
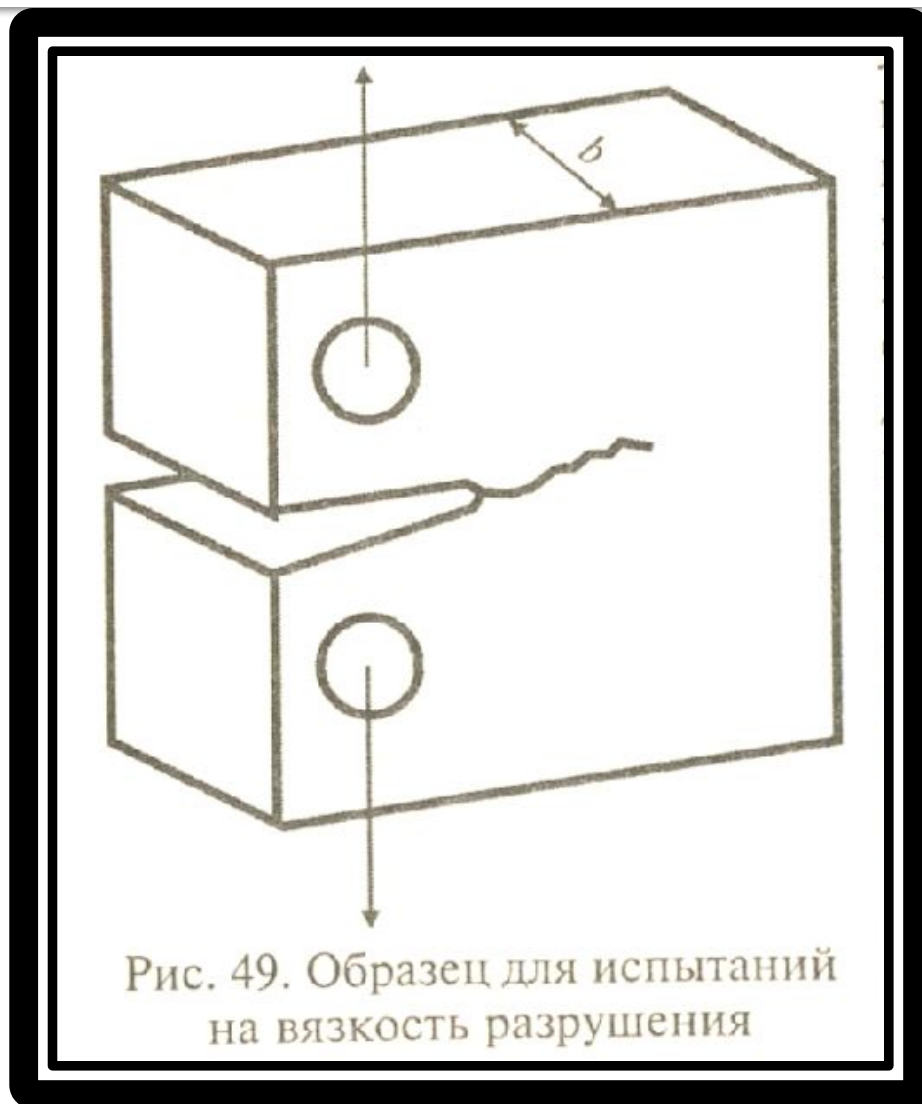


Рис. 47. Схема  
определения ударной  
вязкости

# Определение вязкости разрушения



# Физические свойства металлов

# Физические свойства

Плотность

Температура плавления

Теплопроводность

Тепловое расширение

Электропроводность

Магнитные свойства

Термоэлектрические свойства

# Плотность

- Это количество вещества, содержащееся в единице объема

# Температура плавления

- Это температура, при которой металл полностью переходит из твердого состояния в жидкое. Каждый металл имеет свою температуру плавления.

# Теплопроводность

- Способность тел передавать с разной скоростью тепло при нагревании и охлаждении.
- Характеристика – удельная теплопроводность

# Тепловое расширение

- При нагревании металл расширяется, а при охлаждении сжимается.
- Например, изменение длины ж.д. рельсов при нагревании – линейное расширение.
- Изменение объема- объемное расширение.



# Электропроводность

- Это способность металла проводить электрический ток.
- Характеристика- эл. сопротивление

## Определение удельного эл. сопротивления

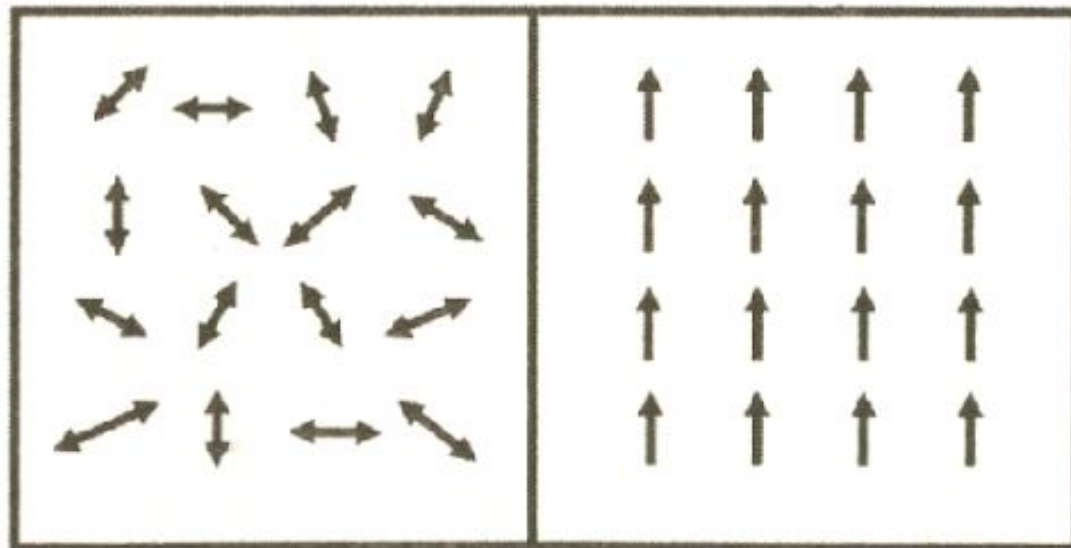
1. Зависит от:  
размеров  
проводника-  
длины
2. Материала
3. Площади  
поперечного  
сечения



Рис. 50. Определение  
удельного  
электрического сопротивления по  
схеме «вольтметр —  
амперметр»

# Магнитные свойства

- Это способность металла создавать собственное магнитное поле.
- 1 класс- диамагнетики, парамагнетики- это немагнитные материалы медь, алюминий
- 2 класс – ферромагнетики – стали, изготавливают электромагниты, магнитопроводы.



*a*

*б*

Рис. 51. Схема расположения  
магнитных моментов:

*a* — парамагнетик; *б* — ферромагнетик

# Термоэлектрические свойства

- Это свойство термопар- прибора для измерения температуры.
- Если 2 проводника из различных металлов соединить концами и места их спая нагреть до разных температур, то в контуре возникает ЭДС и пойдет термоэлектрический ток.
- У термопары берут металлы: хромель-алюмель, платина- платиновый

# Самостоятельная работа

1. Перечислите физические свойства
2. Дать определение: плотность, магнитные свойства
3. Что такое металлы?
4. Классификация металлов

1. Перечислите виды деформаций
2. Дать определение: температура плавления, электропроводность
3. Что такое сплавы?
4. Классификация металлов

# Самостоятельная работа

1. Перечислите физические свойства
2. Дать определение: плотность, магнитные свойства, твердость и ударная вязкость
3. Нарисовать диаграмму растяжения

1. Перечислите механические свойства
2. Дать определение: температура плавления, электропроводность, прочность и пластичность
3. Нарисовать диаграмму растяжения

# Технологические свойства металлов

Это поведение материалов в  
процессе изготовления из них  
деталей



# Виды технологических свойств

Обрабатываемость давлением

Обрабатываемость резанием

Свариваемость

Ковкость

Жидкотекучесть

Прокаливаемость

Усадка

## Обработка давлением

- Зависит от пластичности металла
- Это прокат,ковка
- Чугуны не могут быть обработаны из – за хрупкости.
- Пластичность стали тем выше, чем ниже в ней углерода, серы, фосфора.
- Технологические пробы: на загиб, перегиб, скручивание, вытяжку

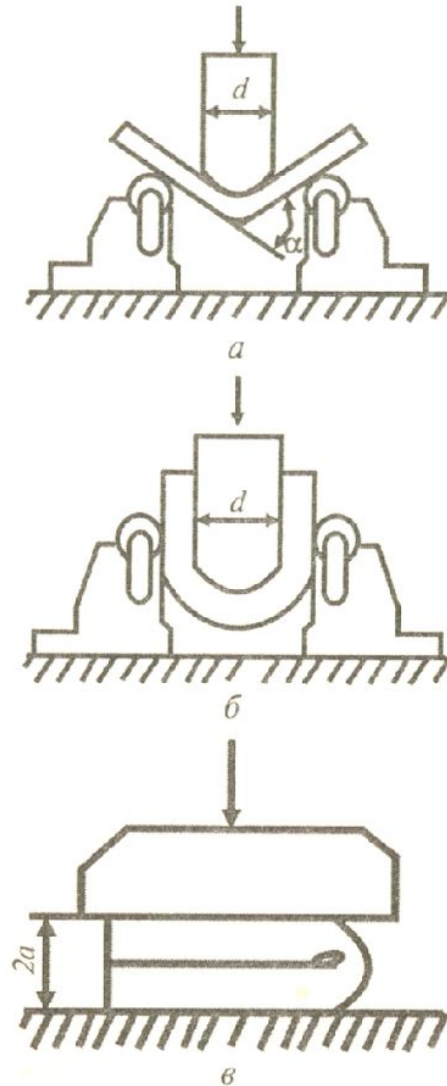


Рис. 59. Схема испытаний металла на загиб:

# Обрабатываемость резанием

- При этом важны показатели: скорость резания, вид стружки (сыпучая стружка), качество обработанной поверхности.
- Чем выше твердость, тем ниже обработка резанием.
- Высокая пластичность приводит к налипанию металла на режущий инструмент.
- Для изготовления болтов, винтов применяют автоматные стали.

# Свариваемость

- Это свойство металла давать доброкачественное соединение при сварке, отсутствие трещин.
- Хорошая свариваемость у низкоуглеродистых сталей.
- Склонность к окислению и результат – плохая свариваемость у титана, молибдена, меди, никеля и т. д.

# Ковкость

- Способность металлов и сплавов без разрушения изменять свою форму при обработке давлением.
- Железо, олово, свинец, сталь, латунь, алюминий, никель обладают хорошей ковкостью.

# Жидкотекучесть

- Это способность металлов в расплавленном состоянии заполнять литейную форму.
- Для повышения жидкотекучести в сплав добавляют легирующие компоненты.
- Например фосфор- к медным сплавам
- Кремний – к алюминию

# Прокаливаемость

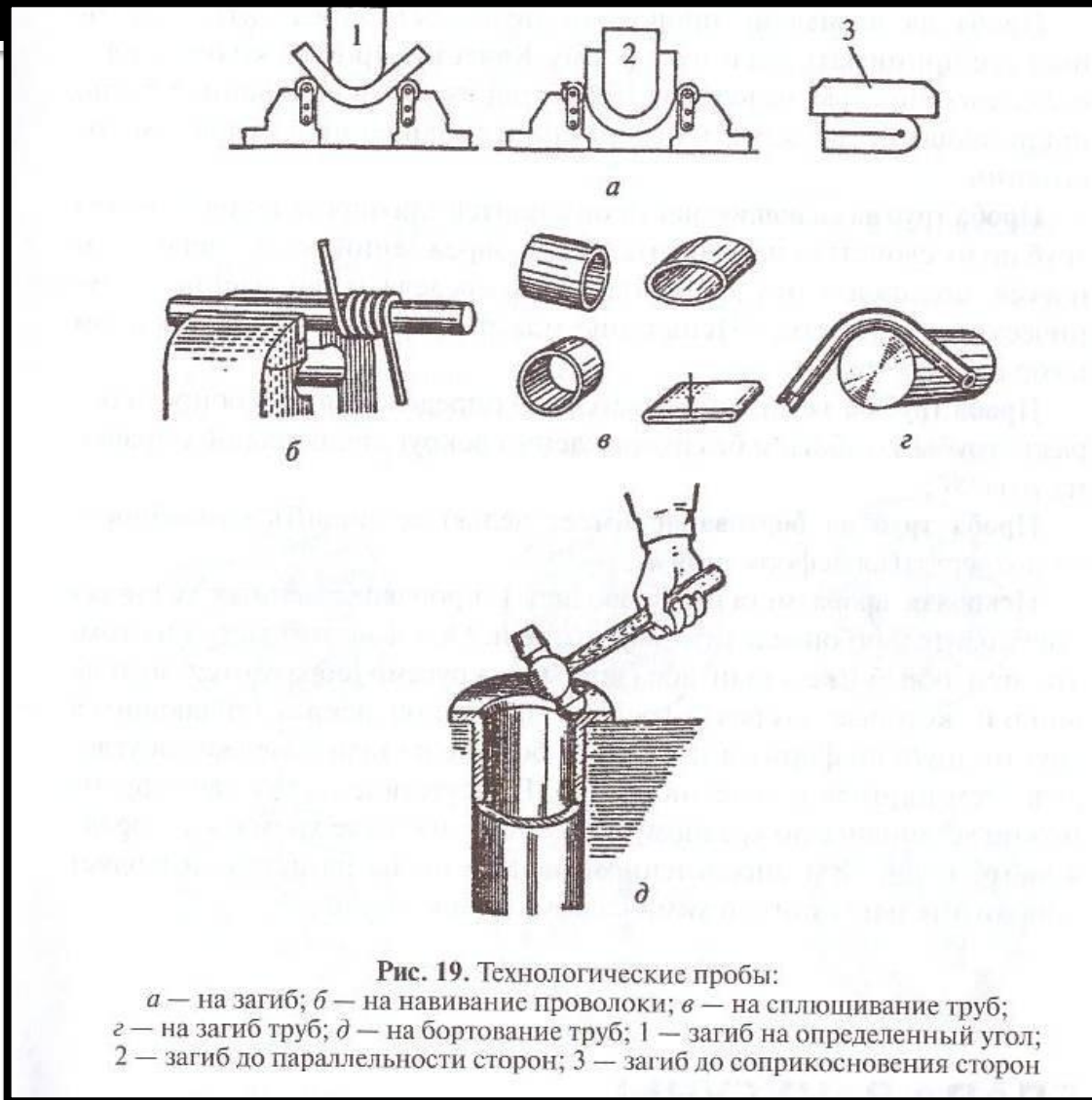
- Способность стали воспринимать закалку на определенную глубину поверхности.
- Зависит от легирующих элементов, размеров зерен стали.

# Усадка

- Это уменьшение объема или линейных размеров расплавленного металла при его охлаждении до комнатной температуры.
- На степень усадки влияют факторы:
  - А) химический состав металла
  - Б) скорость охлаждения
  - В) время и температура



# Технологические пробы



# Самостоятельная работа

- Вариант №
  - 1. перечислите механические свойства, что такое твердость, усталость
  - 2. физические свойства, теплопроводность
  - 3. Динамическая нагрузка -?
- Вариант №
  - 1. Перечислите технологические свойства, что такое свариваемость, усадка
  - 2. физические свойства, электропроводность
  - 3. Статическая нагрузка- ?

# Самостоятельная работа

- Вариант №
- 1. перечислите механические свойства, что такое твердость?
- 2. физические свойства, теплопроводность?
- 3. Металлы- это?

- Вариант №
- 1. Перечислите технологические свойства, что такое свариваемость?
- 2. физические свойства, электропроводность
- ?3. Стали- это?

# Вопросы к зачету №1

1. Материал. Вещество. Определения. Примеры.
2. Металлы-? Классификация, примеры.
3. Агрегатные состояния металлов, характеристика
4. Атомно-кристаллическое строение металлов. Параметры решетки. Типы кристаллических решеток

- 5. Кристаллизация-? Кривая охлаждения. Процесс кристаллизации. Строение слитка
- 6. Сплавы металлов-? Типы соединений сплавов
- 7. Механические свойства металлов
- 8. Физические свойства
- 9. Технологические свойства