

## Контрольная работа

### Материаловедение

#### Вариант 9

#### Содержание

Вариант 9.....	1
1.Охарактеризуйте особенности металлического типа связи и основные свойства металла. ....	2
2.Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются? .....	4
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы , опишите превращения и постройте кривую охлаждения ( с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется? .....	8
4. Текстолиты. Влияние хлопчатобумажной, стеклянной и асбестовой ткани на свойства пластмасс. Укажите область применения текстолита в машиностроении.....	12
Использованная литература.....	16

## 1. Охарактеризуйте особенности металлического типа связи и основные свойства металла.



Свойства металлов обусловлены *металлическим типом связи*: положительно заряженные ионы расположены упорядоченно, валентные электроны принадлежат всем ионам в металлическом кристалле и могут свободно перемещаться, образуя электронный газ. Между положительно заряженными ионами и электронами действуют электростатические силы притяжения.

Основные свойства металлов:

- 1) Высокую *теплопроводность* и *электропроводность*.
- 2) *Положительный температурный коэффициент электросопротивления* (с повышением температуры электросопротивление растет).
- 3) Способность к *термоэлектронной эмиссии* (при нагреве поверхность металла испускает электроны).
- 4) *Непрозрачность*, *металлический блеск*.
- 5) Высокую *пластичность*, т.е. способность деформироваться без разрушения.

Валентные энергетические зоны атомов в металле перекрываются, образуя общую зону со свободными подуровнями. В пределах этой зоны свободные электроны могут перемещаться, обеспечивая прохождение тока и тепла. Именно свободные электроны являются носителями электрического заряда и тепловых колебаний.

С повышением температуры увеличивается амплитуда тепловых колебаний ионов вокруг равновесных положений, свободное перемещение электронов затрудняется, и электросопротивление растет.

Слабая связь валентных электронов в металле с ядром позволяет им легко отрываться при получении дополнительной энергии (при нагреве, например) и улетать с поверхности металла в окружающее пространство. Так возникает термоэлектронная эмиссия. Этот эффект используется, в частности, в кинескопах телевизоров.

Закономерно расположенные слои атомов (ионов) обладают высокой отражательной способностью, в том числе по отношению к видимой части спектра. Отсюда блеск поверхности металлов, их непрозрачность даже в самых тонких фольгах.

Металлическая связь ненаправленная: каждый атом стремится притянуть к себе как можно больше других, поэтому металлы образуют компактные, плотно упакованные кристаллические структуры. Это позволяет легко смещать одни слои атомов относительно других, вместо нарушенных межатомных связей тут же образуются новые. Металл деформируется, но не разрушается, т. е. проявляет пластичность. Именно это уникальное свойство позволило металлам стать важнейшим конструкционным материалом, обеспечивая одновременно надежность в работе и технологичность при изготовлении.

## 2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются?

*Прочность – способность металла сопротивляться разрушению при действии на него нагрузки .*

Государственные стандарты предусматривают получение характеристик прочности при испытаниях на растяжение, сжатие, изгиб, кручение. Все это – *статические испытания*, с постепенным, плавным возрастанием нагрузки.

Наиболее информативно испытание на растяжение на разрывной машине; его и проводят в большинстве случаев для получения стандартных характеристик прочности (рис. 2.1).

Разрывная машина снабжена устройством для записи так называемой *диаграммы растяжения* – графика зависимости между приложенной нагрузкой  $P$  и удлинением образца  $\Delta l$  (рис. 2.2). Современные машины имеют выход на компьютер, который не только записывает диаграмму, но и рассчитывает характеристики прочности.

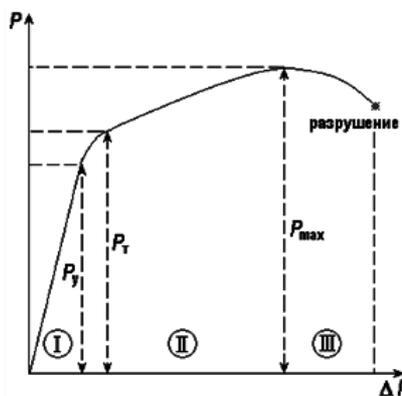


Рис. 2.1. Диаграмма растяжения  
пластичного металла:

I – область упругой деформации,

II – область пластической деформации,

III – область развития трещин

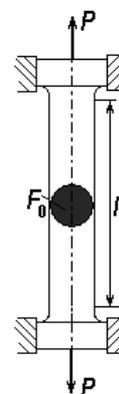


Рис. 2.2. Стандартный образец  
для испытаний на растяжение

и схема испытания на

разрывной машине

При росте нагрузки  $P$  длина образца  $l$  изменяется нелинейно.

Из этого испытания можно получить следующие характеристики прочности:

*предел упругости*  $\sigma_y = \frac{P_y}{F_0}$  [МПа] – это наибольшее напряжение, после которого образец возвращается к прежней форме и размерам;

*предел текучести*  $\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}$  [МПа] – это напряжение пластического течения металла без увеличения нагрузки;

*предел прочности*  $\sigma_B = \frac{P_{\max}}{F_0}$  [МПа] – это наибольшее напряжение, которое металл выдерживает, не разрушаясь.

Истинный, или физический предел текучести  $\sigma_T$  определить трудно: не у всех металлов образуется «площадка текучести». Поэтому чаще

Истинный, или физический предел текучести  $\sigma_T$  определить трудно: не у всех металлов образуется «площадка текучести». Поэтому чаще всего определяют *условный предел текучести*  $\sigma_{0.2}$ , который вызывает остаточную деформацию 0,2 %:  $\sigma_T \approx \sigma_{0.2}$ .

Прочностные расчеты чаще ведут по пределу текучести, так как значительная пластическая деформация большинства деталей и конструкций недопустима. Но и предел прочности знать необходимо, *так как он показывает, при каком напряжении начнется разрушение.*

*Пластичность* – это способность металла деформироваться без разрушения.

Характеристики пластичности определяют из того же испытания на растяжение.

$$\text{Относительное удлинение } \delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100 [\%].$$

$$\text{Относительное сужение } \psi = \frac{F_0 - F_K}{F_0} \cdot 100 [\%], \text{ где}$$

$l_0$  и  $l_K$ , мм – длина образца до и после испытания;

$F_0$  и  $F_K$ , мм<sup>2</sup> – начальная и конечная площадь поперечного сечения образца (рис. 2.2).

Относительное удлинение и относительное сужение являются одновременно и критериями надежности: материал, имеющий бóльшие значения  $\delta$  и  $\psi$ , более надежен.

*Твердость* – это способность материала сопротивляться внедрению в него другого, более твердого тела.

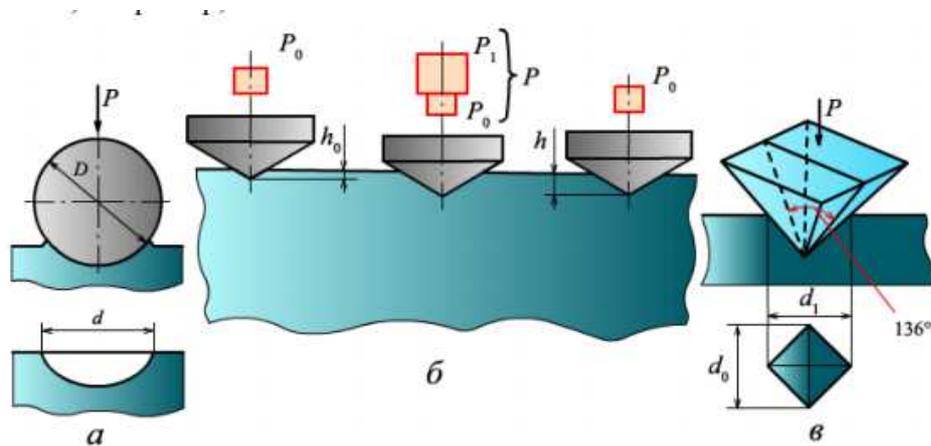


Рис. 2.3 Схема определения твердости а) по Бринеллю, б) по Роквеллу, в) по Виккерсу

*Вязкость* – это способность материала сопротивляться разрушению при ударных, динамических нагрузках.

Характеристика вязкости определяется при испытании на ударный изгиб. Это, в отличие от всех предыдущих, динамическое испытание, при котором нагрузка прилагается к образцу с очень большой скоростью, за тысячные доли секунды.

Испытание проводится на маятниковом копре (рис. 2.4).

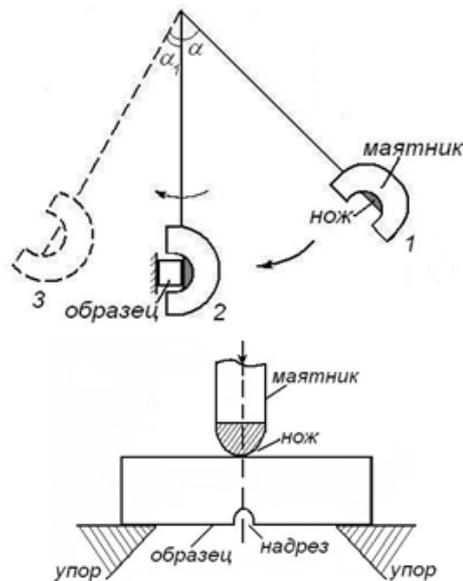


Рис.2.4 Схема испытания на маятниковом копре

Тяжелый маятник, поднятый на определенный угол, отпускают. На пути движения маятника находится образец. Удар ножа маятника разрушает его. Произведенная при разрушении работа определяется как разность между потенциальной энергией маятника до и после испытания.

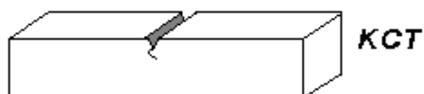
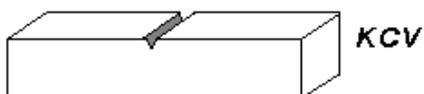
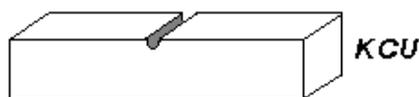
*Ударная вязкость* – это работа разрушения образца, отнесенная к площади поперечного сечения:

$$K_C = \frac{A_p}{F} \text{ [Дж/м}^2\text{]}, \text{ где}$$

$A_p$  – работа разрушения,

$F$  – площадь поперечного сечения образца.

Образец должен иметь надрез – концентратор напряжения. Обозначение ударной вязкости зависит от вида надреза (рис. 2.4).



Для одного и того же материала  $K_{CU} > K_{CV} > K_{CT}$ , т.е. чем острее надрез, тем легче разрушается материал.

Ударная вязкость тоже является критерием надежности материала, гарантией, что он не будет разрушаться хрупко, внезапно.

Рис. 2.4. Образцы  
для испытаний на

**3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?**

Диаграмма железо-цементит показана на рис. 3.1

На диаграмме показаны следующие области и соответствующие им фаза:

- 1) *Выше линии ABC* – однородный жидкий сплав железа с углеродом
- 2) *ABH*- жидкий сплав и  $\delta$  – феррит; 3) *BCEJ* – жидкий сплав и аустенит
- 4) *DCF* – жидкий сплав и цементит (первичный); 5) *AHN* –  $\delta$  – феррит; 6) *HJN* –  $\delta$  – феррит и аустенит; 7) *NJESG* – аустенит;
- 8) *EFKS* – аустенит и цементит вторичный; 9) *GSP* – аустенит и перлит
- 10) *QPG* – феррит; 11) *PKLQ* – феррит и цементит (вторичный и третичный)

1. На шкале содержания углерода (рис.3.1) в сплаве читаем 4,8% углерода и проводим вертикальную линию. Точки пересечения линий диаграммы с этой вертикальной линией и являются критическими для этой стали. Точки пересечения этой прямой с линиями диаграммы - т.т. 1, 2, 3.

Температура точки 1-  $1280^{\circ}\text{C}$ , точки 2- $1147^{\circ}\text{C}$ , точки 3- $727^{\circ}\text{C}$ .

2. Охлаждение сплава, содержащего 4,8% С от  $1600^{\circ}$ .

*Выше точки 1* сплав находится в жидком состоянии. Кристаллизация начинается при температуре  $1280^{\circ}\text{C}$  несколько ниже линии CD выпадением цементита, который называется **цементитом первичным** ( $\text{Ц}_1$ ). В точке 2 при температуре  $1147^{\circ}\text{C}$  заканчивается кристаллизация избыточных кристаллов  $\text{Ц}_1$ . Жидкость состава точки С (4,3 %С) согласно эвтектической реакции образует ледебурит. При дальнейшем охлаждении изменение состава



$l$  – число внешних факторов (внешним фактором считаем только температуру, так как давление за исключением очень высокого мало влияет на фазовое равновесие сплавов в твердом и жидком состояниях);  $\Phi$  – число фаз, находящихся в равновесии

аустенита по линии ES приводит к выделению цементита вторичного (Ц<sub>II</sub>), который присоединяется к эвтектическому.

Температура 727 °С является температурой эвтектоидного равновесия аустенита, феррита и цементита. Ниже этой температуры аустенит превращается в перлит. Таким образом, ниже точки 3 при температуре 727 °С структура характеризуется избыточными кристаллами цементита первичного (белые пластины) и превращенным ледебуритом, состоящим из темных полосок или зернышек перлита и светлой основы – цементита.

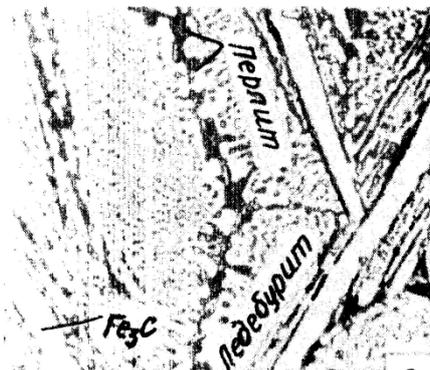


Рис 7.2. Микроструктура чугуна (первичный цементит и ледебурит)

*Цементит* -химическое соединение железа с углеродом – карбид железа, решетка орторомбическая, химическая формула Fe<sub>3</sub>C, обозначается Ц.  
*Ледебурит* – это эвтектика, состоит из перлита и цементита.

*Перлит* - эвтектоидная смесь феррита и цементита. *Феррит*- твердый раствор внедрения углерода в железе с ОЦК кристаллической структурой.

Сплав с такой структурой называется заэвтектоидный чугун.

Поможем с заданиями по материаловедению: [https://www.matburo.ru/sub\\_subject.php?p=mater](https://www.matburo.ru/sub_subject.php?p=mater)

#### **4. Текстолиты. Влияние хлопчатобумажной, стеклянной и асбестовой ткани на свойства пластмасс. Укажите область применения текстолита в машиностроении.**

*Текстолиты (слоистые пластмассы).* Наполнитель – листы различных материалов, уложенные слоями. Они придают материалу пластичность, формируют анизотропию свойств. Связующим являются различные смолы. Материал выпускают в виде заготовок, труб, листов, из которых делают различные детали.

Слоистые пластики являются самыми прочными и универсальными по применению конструкционными пластмассами. Свойства слоистых пластиков зависят от вида полимера, наполнителя, способа укладки листов.

По виду наполнителя слоистые пластики подразделяются на следующие виды: – текстолиты (с хлопчатобумажными тканями);

– асботекстолиты (с асбестовой тканью);

– стеклотекстолиты (с тканями из стеклянного волокна).



*Текстолит* – слоистый пластик на основе терморезистивных смол и хлопчатобумажных тканей. Материал обладает высокими механическими свойствами, стойкостью к вибрациям, низким коэффициентом трения, небольшой плотностью, высокую механическую прочность, легко обрабатывается. В зависимости от основного назначения текстолиты подразделяются на конструкционные,

электротехнические, графитированные, гибкие прокладочные. Применяются для изготовления зубчатых колес, вкладышей подшипников. Шестерни обеспечивают бесшумную работу, вкладыши отличаются долговечность. Могут заменять бронзу. Рабочая температура не должна превышать 90 °С. Вкладыши подшипников применяют в прокатных станах, турбинах, насосах и т.д. Электротехнический текстолит используется в качестве электроизоляционного материала в средах с рабочей температурой от -65 до +165 °С. Например, винты и гайки для соединений, не проводящих электрический ток.



*Асботекстолит.* Наполнитель – асбестовая ткань из хризолитового асбеста и до 43% связующие реактивные смолы. Конструкционный, фрикционный и термоизоляционный материал.

Уступает текстолиту по диэлектрическим свойствам, пределам прочности на растяжение и изгибе, а также по ударной вязкости, применяется для изготовления деталей сцепления, а также изготовления лопаток бензонасосов, фрикционных дисков, тормозных колодок тормозов для вагонов, фрикционные колеса, в качестве теплозащитного и теплоизоляционного материала.



*Стеклотекстолиты* изготавливают на основе стеклотканей и различных полимерных связующих. На

фенолоформальдегидных смолах они более теплостойки, чем текстолиты, но хуже по вибростойкости. На кремнийорганических смолах имеют более высокую тепло- и морозостойкость, обладают высокой химической стойкостью, не вызывают коррозии контактирующего с ним металла. Эпоксидные связующие обеспечивают стеклотекстолитам наиболее высокие механические свойства и позволяют изготавливать из них крупногабаритные детали. Обладает высокой прочностью ( $\sigma_{\text{в}} > 500$  МПа), по удельной прочности превосходит металлические сплавы, коррозионностоек, теплостоек, имеет высокие диэлектрические свойства. Широко применяется в самолетостроении (обшивка крыльев, закрылки, детали оперения и т.д.), электротехнике. Марки: КАСТ (основа – формальдегидная смола), СТК, СТК-9Ф, СК-9А (основа – кремнийорганические смолы). Стеклопластики являются конструкционными материалами для силовых изделий деталей летательных аппаратов, кузовов и кабин автомобилей, автоцистерн, корпусов лодок, вагонов, судов, контейнеров, корпусов машин, кожухов, защитных ограждений. По удельной жесткости эти материалы не уступают металлам, а по удельной прочности в 2–3 раза превосходят их.

Стеклопластики имеют высокую прочность и жесткость, но малую плотность. По способности поглощать вибрации они превосходят стали, сплавы титана и алюминия. По тепловому расширению стеклопластики близки к сталям. Пластики со стеклянным волокном могут выдерживать температуру свыше 3000 °С в течение десятков секунд, что дает возможность их использования в качестве теплозащитных материалов.



## **Использованная литература**

1. Хворова И.А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебное пособие в 2-х ч. Часть 2 / И.А. Хворова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 128 с.

2. Бабенко, Э.Г. Конструкционные материалы для деталей технических устройств железнодорожного транспорта : учеб. пособие / Э. Г. Бабенко. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014. – 223 с. : ил.

3. Материаловедение. Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др.; Под ред. Б.Н. Арзамасова. 2-е изд., испр. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 384 с.