

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ФИЛИАЛ ПГУПС

ОДОБРЕНО
на заседании цикловой комиссии
протокол № 12 от 15.06.2017
Председатель цикловой комиссии:
Осип (Н. Осипов)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УМО
А.В. Калько А.В. Калько
15.06 2017.

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

с методическими указаниями
для организации и выполнения лабораторных работ

По учебной дисциплине: «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»
для специальности
13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Преподаватель Агеева Надежда Владимировна

Петрозаводск
2017г.

Лабораторная работа № 1

Определение прочности металлов.

Цель работы:

1. Приобрести навыки определения прочности металлов, путём получения диаграмм растяжения стальных образцов.
 2. Изучить механические свойства и получить механические характеристики стали по диаграммам растяжения.
- Рекомендуется провести испытание двух образцов из разных марок сталей (малоуглеродистой и легированной) и сравнить соответствующие диаграммы.

Краткие сведения из теории:

Испытания проводятся с помощью разрывной машины Р-50 с максимальным усилием 490 кН (50 тс), вызывающей растяжение образца увеличением расстояния между захватами машины. Машина снабжена самописцем - устройством, которое автоматически вычерчивает диаграмму растяжения, представляющую зависимость между нагрузкой и удлинением образца. Стандартный образец для испытания на растяжение в странах Европы принимается цилиндрическим с расчетной длиной $L = 10D$ - длинный образец или $L = 5D$ - короткий образец. В данном случае используется длинный образец, у которого длина цилиндрической части больше расчетной длины и равна $L + D$. Концы образца изготовлены большего диаметра, чтобы предохранить образец от разрушения в зажимах машины, где возникает сложное напряженное состояние.

Оборудование:

Разрывная ГМС – 50; образцы углеродистой стали.

Порядок выполнения:

1. Выберите материал согласно заданию преподавателя. Параметры образца запишите в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	Задано		
	Марка стали или чугуна	L, м	d, мм
1			
2			

2. Установите образец в захватах разрывной машины.

Для установки образца необходимо изучить управление движением траверсы разрывной машины без образца.

2.1. Нажав однократно клавишу «Голубая стрелка вверх» на панели инструментов, с помощью электромотора перемещаем траверсу вверх. Для остановки – нажать **красную** клавишу.

2.2. Нажав однократно клавишу «Голубая стрелка вниз» на панели инструментов, с помощью электромотора перемещаем траверсу вниз. Для остановки – нажать **красную** клавишу.

Работа электромотора сопровождается соответствующим звуком.

2.3. Для автоматической установки траверсы в исходное положение нужно в диалоговом окне «НАСТРОЙКА», которое открывается Нажатим кнопки «I», установить галочку.

Установка образца.

2.4. Открывается окно «НАСТРОЙКА». В этом окне можно менять:

- а. Диаметр образца.
- в. Рабочую длину.

3. В окне «Настройка» установите:

- 3.1. скорость деформирования – 0,001;
- 3.2. количество точек – 20.

Скорость проведения испытания, на которую влияют следующие параметры:

- 3.1.1. Скорость деформирования (0.001- 0.02) – параметр, определяющий скорость изменения изображения на экране.
- 3.1.2. Количество точек (2 – 20) графика в наиболее узкой, имеющей ненулевую ширину, зоне деформации – определяет четкость прорисовки диаграммы.
- 3.1.3. Количество точек графика для сохранения в файле результатов и для вывода на печать (10 – 10000).

4. Выберите материал из базы данных, нажав кнопку с изображением образца серого цвета. Подробности в разделе меню «Помощь» - «Управление стендом» - «Выбрать материал образца».

ВНИМАНИЕ! Материалы подразделены на классы и группы. Группа, в которой есть данные о материале отмечена знаком «+».

5. Установите образец в захватах разрывной машины. Для этого нажимается кнопка с изображением образца красного цвета. При этом в захватах появляется образец серого цвета.

6. Проведите испытание на растяжение.

Режим испытания на растяжение.

Рекомендуется проводить эксперимент в два этапа.

6.1. Деформирование в пределах упругого участка диаграммы.

Открывается окно «Настройка» и устанавливается:

а) скорость деформирования 0.001;

б) количество точек 20.

Нажимается кнопка «Запустить гидронасос» и курсор сразу же устанавливается в готовность «Остановить гидронасос».

После нажатия этой кнопки деформирование останавливается на упругом участке диаграммы и можно разгрузить образец до исчезновения напряжений, нажав кнопку «Разгрузка» - демонстрируется свойство упругости.

6.2. Деформирование в упруго-пластической зоне диаграммы.

Открывается окно «Настройка» и устанавливается:

а) скорость деформирования 0.005;

б) количество точек 3.

При этом в любой момент можно разгрузить образец и увидеть остаточную деформацию.

Затем нагрузить – диаграмма пойдет по линии разгрузки вверх (гистерезисная петля на экране не показывается).

Далее довести до разрушения. Следует отметить, что место разрушения по оси стержня заранее неизвестно.

7. Запустите гидронасос и выполните деформирование на упругом участке диаграммы.

8. Затем запустите гидронасос и выполните деформирование на упруго-пластическом участке диаграммы.

9. Доведите образец до разрушения. Снимите с диаграммы координаты характерных точек и запишите в таблицу 2.

Таблица 2

№	Координаты точки на диаграмме	Марка стали или чугуна	
1	Сила в кН, соответствующая пределу пропорциональности $P_{пц}$		
2	Сила в кН, соответствующая пределу текучести P_m		
3	Сила в кН, соответствующая пределу временного сопротивления $P_{вр}$		
4	Сила в кН, соответствующая разрыву образца P_p		
5	Абсолютная деформация в м, соответствующая пределу пропорциональности $\Delta l_{пц}$		
6	Абсолютная деформация в м, соответствующая концу площадки текучести Δl_T		
7	Абсолютная деформация в м, соответствующая пределу временного сопротивления $\Delta l_{вр}$		
8	Абсолютная деформация в м, соответствующая разрыву образца Δl_p		

10. Постройте диаграммы в осях напряжение - относительная деформация и определите опасные напряжения.

Диаграммы в осях $P, \Delta l$

P									
0									Δl

11. Сформулируйте выводы о проделанной работе.

Выводы:

Лабораторная работа № 2

Определение ударной вязкости стали.

Цель работы:

1. Приобрести навыки определения ударной вязкости металлов. Рекомендуется провести испытание образцов из разных материалов и сравнить их ударную вязкость.

Краткие сведения из теории:

Согласно ГОСТ 9454-60 ударная вязкость равна

$$KCU = \frac{A}{F} \text{ кНм/см}^2,$$

- где A – работа, затрачиваемая на излом;
 F – площадь поперечного сечения в плоскости надреза.

Маятник копра поднимается на высоту H и фиксируется, в самой низкой точке траектории движения устанавливается образец надрезом в сторону движения, отпущенный маятник ломает образец и взлетает на высоту h , меньшую, чем H .

Таким образом,

$$A = P(H-h),$$

- где P – вес маятника, который через заданную массу выражается следующим образом:
 $P = m g, \quad g = 9.8 \text{ м/с}^2.$

Оборудование:

Маятниковый копер 30; образцы материалов.

Порядок выполнения:

1. Выберите материал согласно заданию преподавателя. Данные занесите в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	Материал	$H_{\text{макс}}$	$h_{\text{мин}}$	ΔH	A , Дж	α , Дж/см ²
1						
2						
3						
4						
5						

2. Используя раздел «I» панели инструментов выбираем материал образца, размеры поперечного сечения.
3. Нажатием и удержанием стрелки «вверх» поднимите маятник на высоту H . Это положение фиксируется. На циферблате черная стрелка показывает отсчет, который записывается в таблице 1 в графе $H_{\text{макс}}$. Обратите внимание: цена деления шкалы – 3.
4. Установите образец, нажатием клавиши со схемой образца красного цвета.
5. Нажмите кнопку «СТРЕЛКА ВНИЗ» на панели инструментов. Освобождается маятник. Образец разрушается. В таблицу занесите $h_{\text{мин}}$, на которую указывает красная стрелка.
6. Последовательно меняя материал образца, выполнить п.п. 2 – 5.
7. Рассчитайте ударную вязкость для различных материалов. При этом следует иметь в виду, что для экономии места на шкале энергии показывается число десятков делений, что и учтено в таблице обработки данных.
8. Постройте графики зависимости угловой скорости от углов подъема и отклонения.

Лабораторная работа № 3

Исследование микроструктуры углеродистых сталей

Цель работы:

Изучение устройства металлографического микроскопа и приобретение навыков работы на нём. Освоение методики исследования микроструктуры железоуглеродистых сплавов при помощи металломикроскопа.

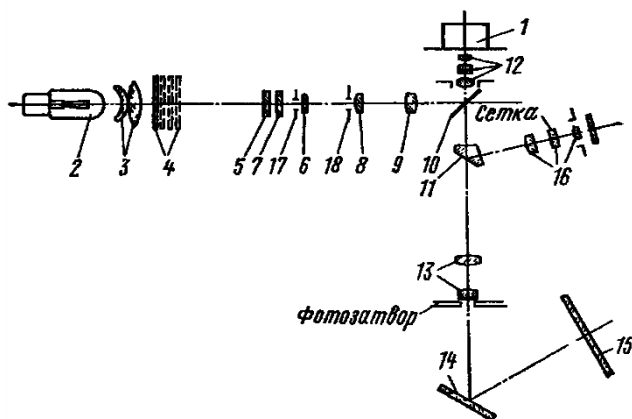
Оборудование и материалы:

Металлографический микроскоп МИМ, комплект микрошлифов углеродистых сталей.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство металлографического микроскопа МИМ.

Оптическая схема металломикроскопа МИМ:



- 1 - шлиф;
- 2 - лампа;
- 3 - коллектор;
- 4 - светофильтры;
- 5 - микрометрический винт;
- 6, 8, 9 - линзы;
- 7 - полуматовая пластинка;
- 10 - отражательная пластинка;
- 11 - отражательная призма;
- 12 - объектив;
- 13 - фотоокуляр;
- 14 - зеркало;
- 15 - матовое стекло;
- 16 - окуляр;
- 17 - апертурная диаграмма;
- 18 - полевая диафрагма.

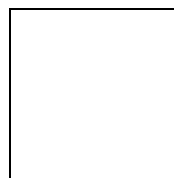
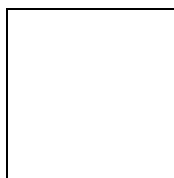
2. Подготовить вырезанный образец к исследованию:

- а) получить плоскую поверхность обработкой напильником или заточкой на абразивном круге;
- б) отшлифовать на шлифовальной шкурке различных номеров, с постепенно уменьшающимися размерами зёрен абразива;
- в) полировать на быстровращающихся дисках, обтянутых замшей, фетром или мягким сукном, с применением полирующей смеси;
- г) промыть водой, а затем спиртом или бензином и просушить фильтровальной бумагой;
- д) полированный шлиф подвергнуть травлению определённым химическим реактивом для выявления микроструктуры сплава.

3. Освоить работу микроскопа. Научиться определять увеличение при непосредственном наблюдении.

4. Освоить методику исследования микроструктуры металлов и сплавов.

5. Исследовать под микроскопом выданные микрошлифы, зарисовать микроструктуры и дать их характеристику:



6. Определить в исследуемой стали примерное содержание углерода и по содержанию углерода - марку стали и механические свойства.

Определение содержания углерода.

По микроструктуре отожжённой стали можно приблизительно определить содержание в ней углерода. Структура отожжённой доэвтектоидной стали состоит из феррита и перлита, причём содержание углерода в

феррите не превышает 0,006%, т.е. представляет собой весьма малую величину, которую можно не учитывать. Следовательно, весь углерод в отожжённой доэвтектоидной стали содержится в перлите. Поскольку перлит и феррит имеют примерно одинаковый удельный объём, то можно зная площадь, занимаемую на микрошлифе перлитом, определить процентное содержание углерода в стали. Если же вся структура отожжённой стали состоит из перлита, то такая сталь содержит 0,8% углерода. Для доэвтектоидной стали, находящейся в равновесном состоянии, количество углерода определяется по формуле:

$$C = \frac{S_p - 0,83}{100},$$

где C – количество углерода, %;

S_p – площадь, занимаемая перлитом, в процентах от общей площади поля зрения.

Выводы:

Контрольные вопросы:

1. Что такое диаграмма состояния сплавов и что она позволяет установить?

2. Чем отличается сталь от чугуна?

3. Какие вредные примеси могут быть в стали? Как они влияют на свойства стали?

Лабораторная работа № 4

Исследование микроструктуры чугунов

Цель работы:

Изучение микроструктуры серых, ковких и высокопрочных чугунов. Установление зависимости между структурой и механическими свойствами чугунов.

Оборудование и материалы:

Металлографический микроскоп, наборы микрошлифов различных серых, высокопрочных и ковких чугунов в нетравлёном и травлёном виде.

Порядок выполнения работы:

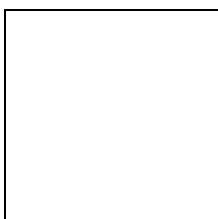
1. Подготовить образцы материалов к испытанию.
2. Просмотреть под микроскопом микрошлифы чугуна доэвтектического, эвтектического, заэвтектического. Сделать зарисовки микроструктуры чугунов.
3. Указать на зарисовках структурные составляющие, примеры маркирования по ГОСТу, механические свойства и области применения.
4. В серых, высокопрочных и ковких чугунах определить (приблизительно) содержание связанного углерода по микроструктуре, исходя из количества перлита.

Серый чугун –

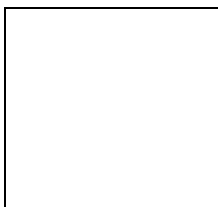
это сплав, в котором углерод содержится в виде свободного графита, имеющего форму пластинок различных размеров. Структура серого чугуна состоит из металлической основы (со структурой феррита, доэвтектоидной и эвтектоидной стали) и включений графита, вкрапленных в эту основу.

По структуре металлической основы серые чугуны подразделяют в основном на следующие группы:

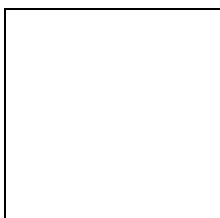
а) Перлитные. Структура перлитная (серая основа) с включениями пластинчатого графита (тёмные пластинчатые включения). Металлическая основа её состоит из перлита, а количество связанного углерода равно эвтектоидной концентрации. Такой чугун в отливке обладает наивысшей прочностью и достаточно хорошо обрабатывается резанием.



б) Феррито-перлитные. Структура феррито-перлитная (феррит – светлая основа, перлит – серая основа) с включениями графита (тёмные пластинчатые включения). Металлическая основа её состоит из феррита и перлита, а количество связанного углерода меньше эвтектоидной концентрации. Этот чугун обладает меньшей механической прочностью, но лучше обрабатывается резанием.

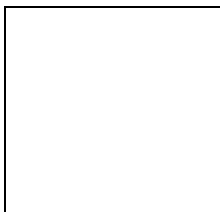


в) Ферритные. Структура ферритная (светлая основа) с включением пластинчатого графита (тёмные пластинчатые включения). Основа её состоит из феррита, а содержание связанного углерода практически равно нулю. Такой чугун обладает пониженными механическими свойствами, но легко обрабатывается резанием.



Высокопрочный чугун –

при рассмотрении в металломикроскоп имеет следующую структуру: металлическую основу (перлит и феррит, цементит и перлит или феррит) и графитовые включения в виде округлённого графита. Такой чугун получается модифицированием с помощью магния или церия. Высокая прочность чугуна обеспечивается указанной формой графита и структурой металлической основы.

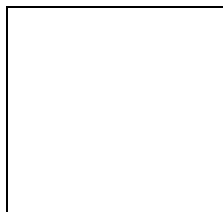


Структуру чугунов сначала определяют на нетравлёных шлифах для чёткого выявления графитных включений. Хрупкие графитные включения, залегающие в поверхностном слое металлической основы, при изготовлении шлифа выкрашиваются, и поэтому участки, в которых они находились при рассмотрении в микроскоп, будут казаться тёмными. Для выявления металлической основы чугун подвергают травлению и затем микрошлиф подвергают изучению под микроскопом.

При рассмотрении в микроскоп нетравленого микрошлифа высокопрочного чугуна хорошо видны включения шаровидного графита.

Ковкий чугун –

получается в результате отжига отливок, изготовленных из белого чугуна. В процессе отжига цементит, входящий в структуру белого чугуна, распадается на железо и графит, который имеет хлопьевидную форму (темные включения), что обеспечивает хорошие пластические свойства чугуна. В зависимости от строения металлической основы различают перлитный, перлитно-ферритный и ферритный ковкие чугуны.



При рассмотрении в микроскоп нетравленого микрошлифа ковкого чугуна хорошо видны включения хлопьевидного графита (углерода отжига).

Выводы:

Контрольные вопросы:

1. Для чего выполняется операция травления?

2. Как влияют графитные включения на свойства чугуна?

3. Объясните различие в свойствах серого и ковкого чугунов в зависимости от их структуры.

Лабораторная работа № 5

Исследование микроструктуры легированных сталей

Цели: изучить микроструктуру легированных сталей и выявить зависимость между химическим составом стали, ее структурой и механическими свойствами. **Оборудование и раздаточный материал:** металлографический микроскоп, набор микрошлифов. Краткие теоретические сведения Легированными сталями называют сплавы на основе железа, в которые специально введены легирующие элементы для придания нужных свойств. Легирующие элементы, присутствующие в стали, изменяют температуру фазовых превращений, оказывают различное влияние на процесс карбидообразования, рост зерна аустенита при нагреве стали. Оказывая влияние на положение критических точек A_{c1} и A_{c3} , на превращения аустенита при охлаждении и положение мартенситной точки, легирующие элементы позволяют даже в условиях медленного охлаждения получать различные структуры от феррита до аустенита. Все легирующие элементы, кроме кобальта, замедляют распад аустенита и снижают критическую скорость закалки стали. Легирующие элементы, вводимые в сталь, изменяют ее механические, физические и химические свойства. Положительное влияние легирующих элементов наиболее полно выявляется только при термической обработке, поэтому целесообразно применять легированные стали, подвергнутые термообработке. По структуре в нормализованном состоянии легированные стали разделяются на следующие классы: перлитный, мартенситный, аустенитный, карбидный и ферритный. К перлитному классу относятся стали, содержащие небольшое количество легирующих элементов и обладающие структурой эвтектоидного типа: перлит, сорбит или троостит, наряду с которыми могут присутствовать феррит или вторичные карбиды, например стали 40X, 40XH, 30XГСА, 40XГТ и т.д. Конструкционная сталь 30XГСА обладает высокими механическими и технологическими свойствами и используется для изготовления тонкостенных сварных конструкций. В отожженном состоянии структура состоит из феррита и перлита высокой дисперсности, в улучшенном состоянии — из сорбита, ориентированного по мартенситу. К мартенситному классу относятся стали с более высоким содержанием легирующих элементов, обладающие мартенситной структурой. Из сталей этого класса в машиностроении применяются хромо-никелевые и хромоникельвольфрамовые конструкционные стали с содержанием углерода до 0,3—0,4 % углерода, например 18X2H4BA, 25XH4BA и т.д. Структура стали 18X2H4BA в состоянии поставки состоит из сорбита, а после закалки и отпуска при низкой температуре — из малоуглеродистого мартенсита. После термической обработки эта сталь обладает высокой прочностью и вязкостью. Такое сочетание свойств обеспечивает надежность изделий в эксплуатации. К аустенитному классу относятся стали с высоким содержанием таких легирующих элементов, как Ni, Mn, Cr, Ti. В структуре стали будет находиться аустенит и небольшое количество карбидов. Стали этого класса жаропрочные и коррозионно-стойкие. После закалки при температуре 1000—1100 °C карбиды, находящиеся в стали, переводятся в твердый раствор, в результате чего повышаются коррозионная стойкость и пластичность, например, стали X18H9, X18H9T и т.д. Структура хромоникелевой стали X18H9 после закалки при температуре 1150 °C в воде будет состоять из аустенита. Такая структура обеспечивает высокую вязкость, поэтому сталь хорошо штампуются и прокатывается в холодном состоянии. К карбидному классу относятся стали X12M, P9, P18 и другие, содержащие большое количество углерода и карбидообразующих элементов Cr, W, V и др. Для этого класса характерным является именно наличие карбидов, структура основного фона может быть в зависимости от состава и температуры нагрева перлитной, мартенситной и аустенитной. Эти стали обладают высокой твердостью и износостойкостью. Применяются для изготовления режущего инструмента и штампов. Легированные инструментальные стали марок X, XГ, XВГ, 9XC, XВ5, 3X2B8Ф подвергают закалке и низкому отпуску с получением мартенсита отпуска. В результате термической обработки эти стали приобретают высокую твердость, прочность и износостойкость. Структура отожженной стали марки X состоит из зернистого перлита, после закалки при температуре 800 °C и отпуска при температуре 150 °C структура будет представлена мартенситом и легированными карбидами. Для изготовления режущего инструмента (разверток, фрез) используют сталь 9XC, которая является заменителем дорогостоящей вольфрамовой стали. Стали марок XГ, XВГ, 9XВГ незначительно изменяют свои размеры при термической обработке, поэтому их применяют для изготовления точных измерительных и режущих инструментов. Структура литой быстрорежущей стали состоит из ледебуритной эвтектики (первичные карбиды) и продуктов распада аустенита — троостита или сорбита и нераспавшегося аустенита. Ледебуритная эвтектика, располагающаяся по границам зерен, придает стали хрупкость. Для устранения хрупкости литую сталь куют или прокатывают, а затем отжигают. Структура ковальной и отожженной быстрорежущей стали марки P18 состоит из крупных первичных карбидов, более мелких вторичных карбидов и сорбита. Быстрорежущие стали марок P9 и P18 обладают высокой твердостью, износостойкостью и красностойкостью при температурах до 600 °C. Они используются для изготовления режущего инструмента, работающего в тяжелых условиях и при больших скоростях резания. Высокие режущие свойства быстрорежущая сталь приобретает после закалки при температурах 1260—1300 °C и многократного отпуска при 560 °C. После закалки структура быстрорежущей стали будет состоять из мартенсита, карбидов и остаточного аустенита (мартенсит обнаруживается очень плохо, поэтому структура кажется состоящей только из аустенита и карбидов). Структура стали после закалки и трехкратного отпуска будет состоять из мартенсита, карбидов и незначительного количества аустенита, невидимого в структуре. К ферритному классу относятся стали, содержащие значительное количество легирующих элементов, замыкающих область существования γ — твердого раствора (хром, кремний и др.) и малое количество углерода. Эти стали обладают высокой коррозионной стойкостью, хорошими механическими и технологическими свойствами. Структура хромистой стали 3X13 после закалки

при температуре 1050 °С в масле и отпуска состоит из мартенсита и небольшого количества карбидов. Сталь обладает высокой прочностью и используется для изготовления деталей, работающих при повышенных нагрузках. Деление на указанные классы характерно только для сталей, охлажденных на воздухе. Изменение скорости охлаждения изменяет структуру и, следовательно, класс стали. Так, если сталь перлитного класса охладить с большей скоростью, то можно получить мартенситную структуру, при охлаждении стали мартенситного класса с меньшей скоростью в структуре можно получить перлит, а обработав аустенитную сталь холодом, можно получить мартенситную структуру. Легированные стали широко применяются для изготовления деталей, работающих на железнодорожном транспорте. Сталь 40ХНВА применяют для изготовления коленчатых валов дизеля 1Д2, стали 40ХФА, 45ХФ — для изготовления шатунов и кулачковых валов, из сталей 45ХН и 30ХНЗА изготавливают шестерни тяговых зубчатых передач тепловозов, электровозов и моторвагонных секций, пружины и рессоры тележек вагонов и локомотивов изготавливают из сталей марок 55С2, 60С2, 60С2А, 60С2ХФА, рамы и детали кузовов вагонов, тепловозов, электровозов и моторвагонных секций — из сталей марок 09Г2С, 09Г2Д, 10Г2БД, 10ХНДП. Порядок выполнения:

1. Изучить с помощью микроскопа и зарисовать структуры предложенных легированных сталей
2. Сделать выводы, как химический состав влияет на структуру и механические свойства стали.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета

1. Микроструктуры легированных сталей
2. Выводы.
3. Письменные ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Представьте классификацию легированных сталей.
2. Охарактеризуйте классы сталей по структуре в нормализованном состоянии.
3. Опишите принципы маркировки легированных сталей.
4. Приведите примеры изготовленных из легированных сталей деталей, работающих на железнодорожном транспорте, укажите их марки.

Лабораторная работа № 6

Исследование микроструктуры цветных сплавов

Цель работы:

Изучить микроструктуру медных, алюминиевых, магниевых и антифрикционных сплавов под микроскопом.

Оборудование и материалы:

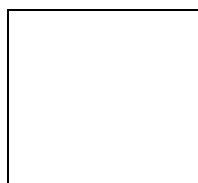
Металлографический микроскоп, наборы микрошлифов различных цветных металлов.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить образцы материалов к испытанию.
2. Просмотреть под микроскопом микрошлифы цветных металлов и их сплавов.
3. Зарисовать видимую под микроскопом структуру.
4. Указать на зарисовках стрелками различные структурные составляющие (фазы), описать форму их выделения (зернистая, игольчатая форма, по границам зёрен).

Медь и её сплавы

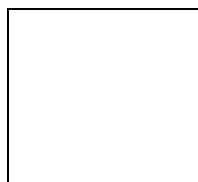
Микроструктура меди зернистая, с наличием двойников.



Латуни – это сплавы меди с цинком (цинка не более 42%) и небольшим количеством других элементов.

Простые латуни – это сплавы, состоящие только из меди и цинка.

Микроструктура латуни с содержанием 30 % цинка (Л70) имеет дендритное строение. Светлые участки – дендриты, богатые медью, затвердевшие первыми из жидкого состояния; тёмные участки – междендритные пространства, обогащённые цинком.

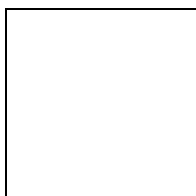


Бронзы – это сплавы меди с оловом, алюминием, марганцем, кремнием, бериллием и другими элементами.

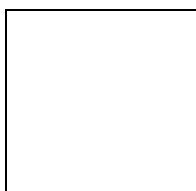
Оловянистые бронзы – это сплавы меди с оловом.



Алюминиевые бронзы – это сплавы меди с алюминием.



Свинцовые бронзы – это сплавы меди со свинцом. Свинец практически не растворяется в меди в жидком состоянии, поэтому при затвердевании такой смеси жидких фаз получается механическая смесь твёрдых фаз меди и свинца. Микроструктура материала следующая: основной белый фон – медь; тёмные включения - свинец. Марка Бр.С30.



Бериллиевые бронзы – это сплавы меди с бериллием.

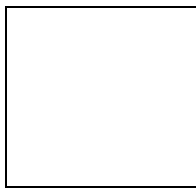
Алюминий и его сплавы.

Силумин – это сплав алюминия с кремнием с содержанием 6 -13 % кремния. Микроструктура силумина состоит из первичных дендритов твёрдого раствора кремния в алюминии (белый). Выделения кремния являются крупными, поэтому для измельчения их сплав модифицируют натрием. Марки АЛ4, АЛ9.



Дуралюмин – это сплав алюминия с медью (до 4%), магнием, кремнием, марганцем, железом (до 0,5 % каждого). Марки АЛ1, АЛ7, АЛ12, Д6, Д16 и т.д.

Микроструктура дуралюмина состоит из твёрдого раствора алюминия (серый цвет) и включений растворимых (тёмные) и нерастворимых (белые) фаз (железистых и марганцовистых).



Магниевого сплавы

это сплавы, содержащие кроме магния также алюминий, цинк и марганец.

Микроструктура состоит из твёрдого раствора сложного состава (светлое поле) и включений марганца и алюминия (тёмные пятна).



Антифрикционные сплавы.

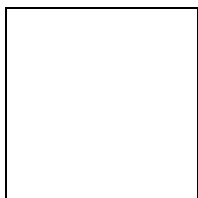
- это материалы, состоящие из пластичной основы и твёрдых включений, рассеянных равномерно в основе. Применяются для изготовления вкладышей подшипников.

В зависимости от условий работы вкладышей подшипников применяются следующие материалы:

- 1) сплавы на железной основе – антифрикционный чугун и металлокерамические сплавы;
- 2) сплавы на медной основе – бронзы;
- 3) сплавы на алюминиевой основе;
- 4) белые подшипниковые сплавы на основе олова или свинца – баббиты.

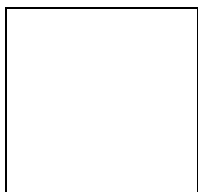
Баббиты – это сплавы, состоящие из олова, свинца с добавлением сурьмы, меди, мышьяка, кальция и других элементов.

Оловянистые баббиты – микроструктура состоит из твёрдого раствора сурьмы в олове – основной тёмный фон, соединения олова и сурьмы – светлые крупные кристаллы и соединения меди и олова – светлые мелкие кристаллы. Марка Б83.



Свинцовые баббиты – это сплавы свинца с сурьмой и небольшими добавками меди и свинца с кальцием и натрием. Марки Б16, БК.

Микроструктура следующая: на тёмном фоне раствора натрия и кальция в свинце (мягкая основа сплава) видны светлые вкрапления химического соединения свинца и галлия (твёрдая составляющая сплава).



Выводы:

Лабораторная работа 7

Измерение углов заточки режущих инструментов

Цель работы – изучение конструкции и геометрии токарных резцов, освоение методики измерения их углов заточки.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Все резцы делятся на типы в зависимости от их технологического назначения и конструктивных особенностей (рис. 1).

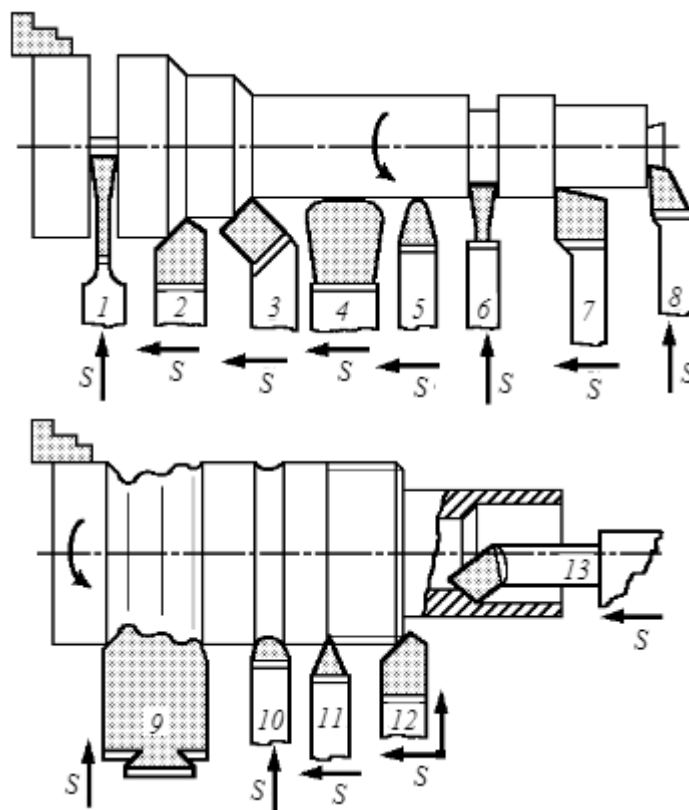


Рис. 1. Схемы установки резцов различных типов

На рис. 1 приводятся схемы установки следующих типов резцов: 1 – отрезного; 2 – проходного прямого; 3 – проходного отогнутого; 4 – чистового широкого (лопаточного); 5 – чистового радиусного; 6 – прорезного (канавочного); 7 – проходного упорного; 8 – подрезного; 9 – фасонного призматического; 10 – галтельного; 11 – резьбового наружного; 12 – фасочного; 13 – расточного проходного.

По характеру обработки различают резцы черновые, получистовые и чистовые.

По направлению подачи резцы подразделяют на правые и левые.

Правые работают с подачей справа налево, левые – слева направо.

По форме режущей части резцы делят на прямые отогнутые и оттянутые (No 2, 3 и 6 соответственно на рис.1).

По способу изготовления резцы бывают целые, с приваренной или припаянной пластинкой инструментального материала, со сменными пластинками режущего материала [1, 2].

ЧАСТИ РЕЗЦА

Резец состоит из режущей части – головки и крепежной части – державки (стержня), служащей для закрепления резца в резцедержателе станка (рис. 2) [1, 2].

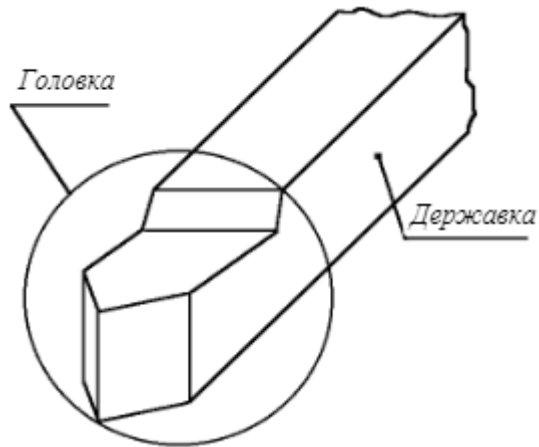


Рис. 2. Части токарного резца

ЭЛЕМЕНТЫ ТОКАРНОГО ПРОХОДНОГО РЕЗЦА

Головка резца состоит из следующих элементов (рис. 3): передней поверхности, по которой сходит стружка; главной задней поверхности, обращенной к поверхности резания; вспомогательной задней поверхности, обращенной к обработанной поверхности; главной режущей кромки, образованной пересечением передней поверхности и главной задней поверхности; вспомогательной режущей кромки, образованной пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей; вершины резца, образованной пересечением режущих кромок [1, 2].

КООРДИНАТНЫЕ ПЛОСКОСТИ

Для определения углов заточки резца используются следующие исходные координатные плоскости: плоскость резания, которая проходит ДержавкаГоловка5через главную режущую кромку касательно к поверхности резания; основная плоскость, параллельная направлению продольной и поперечной подачи (рис. 4) [1, 2].

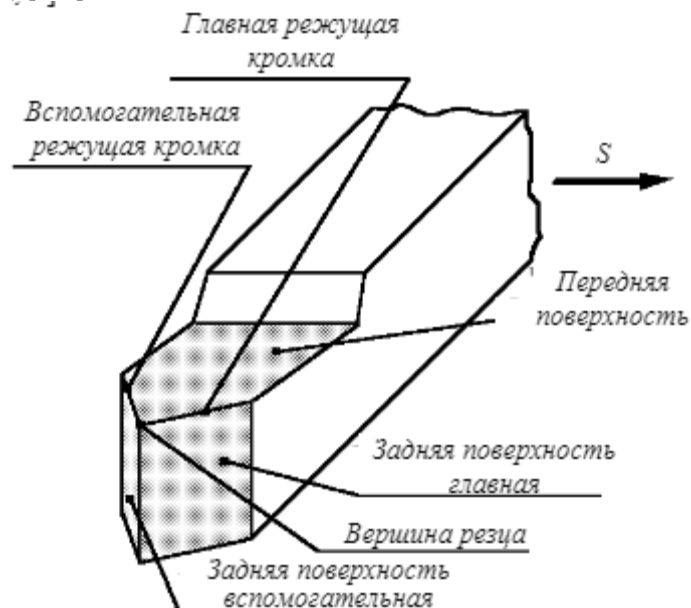


Рис. 3. Элементы головки резца

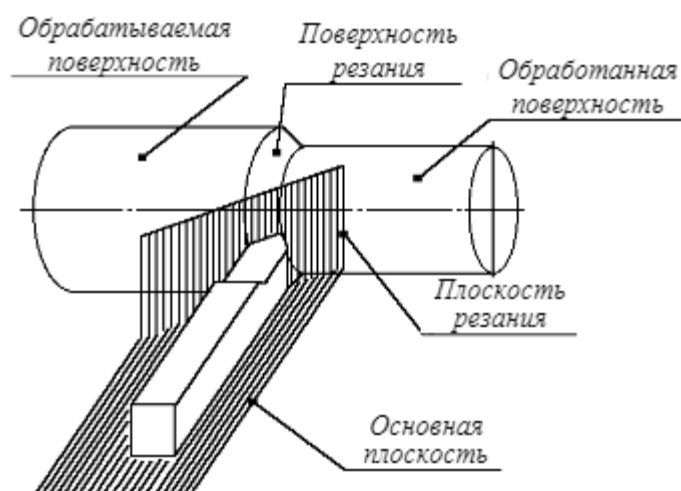


Рис. 4. Координатные плоскости и поверхности заготовки при точении

УГЛЫ ЗАТОЧКИ ТОКАРНОГО ПРОХОДНОГО РЕЗЦА

Углы заточки резца измеряются в главной и вспомогательной секущих плоскостях, а также в плоскости резания и основной плоскости (рис. 5) [1, 2].

Главная секущая плоскость N-N проводится перпендикулярно проекции главной режущей кромки на основную плоскость. Вспомогательная секущая плоскость N1-N1 проводится перпендикулярно проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

В главной секущей плоскости измеряются следующие углы (рис. 5):

δ – угол резания; γ – главный передний угол; α – главный задний угол; β – угол заострения.

Углом резания δ называют угол между касательной к передней поверхности и плоскостью резания.

Главным передним углом γ называется угол между касательной к передней поверхности резца и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания, проведенной через главную режущую кромку. Он может быть положительным, равным нулю и отрицательным. Передний угол играет большую роль в процессе резания. Чем больше передний угол, тем меньше деформация стружки и усилие резания. Но, с другой стороны, увеличение его приводит к уменьшению прочности головки резца. Передний угол выбирается в зависимости от свойств обрабатываемого материала и обычно лежит в пределах от 10 до 30°. Для обработки легких сплавов передний угол может быть больше. При обработке твердых и хрупких материалов для повышения прочности и стойкости инструмента применяют резцы с отрицательным значением переднего угла. Передний угол имеет положительное значение, если $\delta < 90^\circ$; равен нулю, если $\delta = 90^\circ$; отрицателен, если $\delta > 90^\circ$.

Главным задним углом α называется угол между касательной к главной задней поверхности и плоскостью резания. Этот угол служит для уменьшения трения обрабатываемой поверхности о заднюю поверхность рабочей части резца и обычно принимается равным 6...12°.

Углом заострения β называется угол между передней и главной задней поверхностями резца.

Углы, измеряемые в главной секущей плоскости, связаны между собой следующими зависимостями: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$; $\alpha + \beta = \delta$.

Во вспомогательной секущей плоскости измеряется вспомогательный задний угол α_1 .

Вспомогательным задним углом называется угол между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

В основной плоскости измеряются следующие углы: φ – главный угол в плане; φ_1 – вспомогательный угол в плане; ε – угол при вершине резца.

Углы в плане связываются зависимостью $\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ$.

Главным углом в плане φ называется угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением продольной подачи. Для проходных токарных резцов значение этого угла заточки колеблется от 30° для жестких заготовок до 90° для тонких и длинных заготовок. При обработке заготовок средней жесткости величину угла φ берут равной 45°.

Вспомогательным углом в плане φ_1 называется угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением продольной подачи. Назначение его аналогично назначению задних углов.

Угол λ – это угол наклона главной режущей кромки. Этот угол находится между кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости. Он может быть положительным, отрицательным и нулевым. Если главная режущая кромка параллельна основной плоскости, угол λ

равен нулю. Если вершина резца является наивысшей точкой главной режущей кромки – угол λ отрицателен и наоборот.

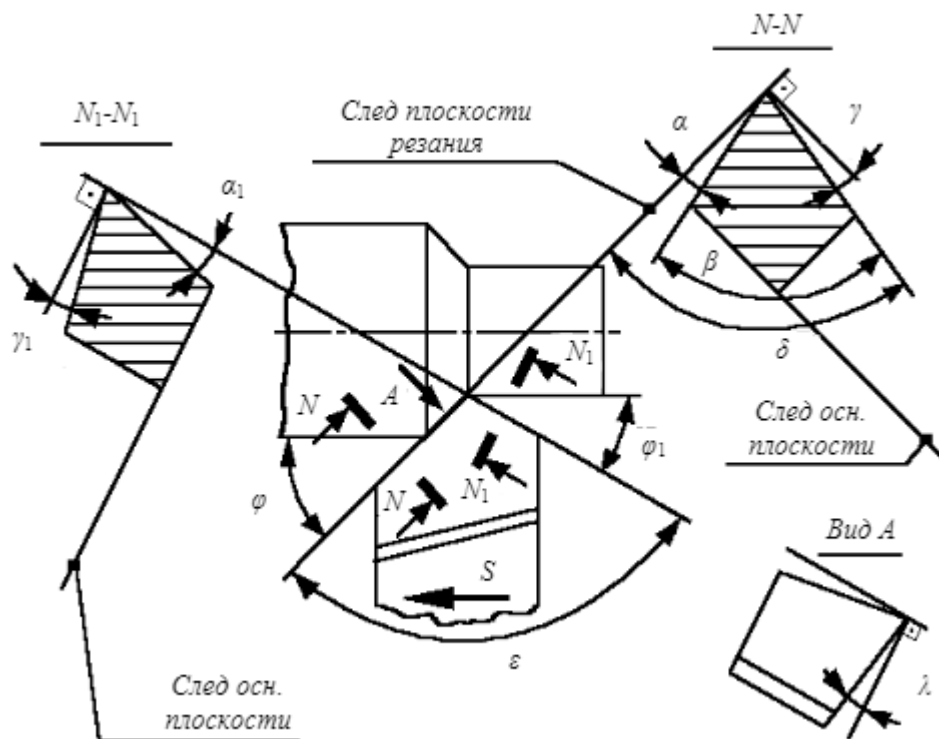


Рис. 5. Углы заточки токарного проходного резца:
N-N– след главной секущей плоскости; N1-N1– след
вспомогательной секущей плоскости

Угол наклона главной режущей кромки λ при продольном точении оказывает влияние на направление схода стружки. При положительном угле λ стружка сходит по направлению к задней бабке станка, что обычно применяется при черновом точении. При отрицательном угле λ стружка сходит в сторону передней бабки, а при $\lambda=0^\circ$ стружка закручивается в спираль вдоль державки резца.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с токарными резцами различного назначения. В отчете привести эскизы основных типов резцов (см. рис. 1).
2. Изучить конструкцию токарного резца. В отчете привести рисунок инструмента, обозначив все его элементы (см. рис. 3).
3. Усвоить понятия о поверхностях обрабатываемой детали и координатных плоскостях, применяемых при рассмотрении геометрии резца. В отчете привести рисунок резца и детали (см. рис. 4) с изображением координатных плоскостей.
4. Изучить углы заточки токарного проходного резца и их назначение. В отчете выполнить рисунок детали и резца в плане и сечении резца главной и вспомогательной секущими плоскостями (см. рис. 5). Дать определение каждому углу.
6. Ознакомиться с конструкцией универсального угломера и техникой измерения углов. 7. Измерить углы γ , γ_1 , α , α_1 , λ , φ , φ_1 . Вычислить углы δ , β и ε . Результаты записать в таблицу.

Измеренный или вычисленный угол	Обозначение	Плоскость измерения	Величина, град.
Передний угол	γ		
Вспомогательный передний угол	γ_1		
Задний угол	α		
Вспомогательный задний угол	α_1		
Главный угол в плане	φ		
Вспомогательный угол в плане	φ_1		
Угол резания	δ		расчет
Угол заострения	β		расчет

Угол при вершине	ε		расчет
Угол наклона главной режущей кромки	λ		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1.Схема отрезного резца. Особенности конструкции (сравнить с прорезным резцом). Назначение резца.
- 2.Схема прямого проходного резца. Назначение резца.
- 3.Схема отогнутого проходного резца. Назначение резца.
- 4.Схема чистового широкого резца и особенности его конструкции. Назначение резца.
- 5.Схема чистового радиусного резца и его назначение.
- 6.Схема прорезного резца и его назначение.
- 7.Схема проходного упорного резца и его назначение.
- 8.Схема подрезного резца и его назначение.
- 9.Схема фасонного призматического резца и его назначение.
- 10.Схема галтельного резца и его назначение.
- 11.Схемы резьбового наружного и внутреннего резцов и их назначение.
- 12.Схема фасочного резца и его назначение. Какие еще резцы могут быть использованы в качестве фасочных?
- 13.Схемы расточного проходного и упорного резцов и их назначение.
- 14.Элементы токарного прямого проходного резца.
- 15.Координатные плоскости для определения углов заточки резцов.
- 16.Словесное определение главного переднего и вспомогательного переднего углов заточки резца.
- 17.Словесное определениеглавного заднего и вспомогательного заднего углов заточки резца.
- 18.Словесное определениеглавного и вспомогательного углов в плане.
- 19.Словесное определение угла резания.
- 20.Словесное определение угла при вершине резца.
- 21.Словесное определение угла заострения резца.
- 22.Словесное определение угла наклона главной режущей кромки.