

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)
Калининградский филиал ПГУПС



УТВЕРЖДАЮ
Начальник Управления
по работе с филиалами

Е.В. Панюшкина
«10» января 2020 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

ОП.05 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

для специальности

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

*базовая подготовка,
на базе среднего общего образования*

Форма обучения: очная

Нормативные сроки обучения: 2 года 10 месяцев

Начало подготовки: 2020 год

г. Калининград
2020

Методические рекомендации предназначены для организации и проведения практических занятий в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Данная учебно-методическая разработка ориентирована на оказание педагогической поддержки студенту при выполнении этого вида учебной деятельности. В ней определены цели и задачи практических занятий, объем в часах по учебной дисциплине в соответствии с программой, задания для практической работы, разработанные преподавателем, а также список необходимой литературы и источников.

Практические занятия №1

Определение твёрдости металлов

Цель: ознакомиться с устройством пресса Бринелля, а также принципами испытания металлов на твёрдость

Оборудование и материалы: пресс Бринелля, мерная лупа, штангенциркуль, металлические образцы, справочные материалы..

Содержание занятия:

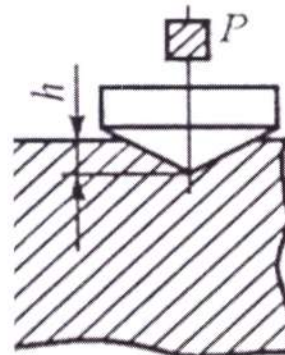
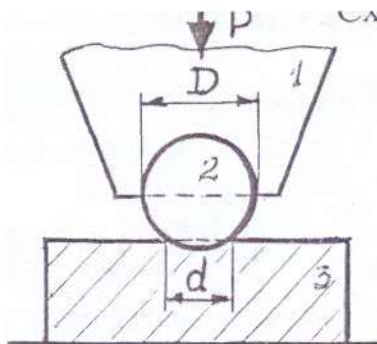
1. Изучить методику определения твердости металлов.
2. Зарисовать основные приборы и методики определения твердости с пояснительными расшифровками.
3. Произвести расчет твердости и определить марку металла по справочной таблицы.
4. Сделать основные выводы по работе.

Краткие теоретические сведения

Твёрдостью называется сопротивление материала проникновению в него другого более твердого тела. Твёрдость металла определяют вдавливанием в металлический образец под определенной нагрузкой наконечника: стального закаленного шарика или алмазного конуса. При этом происходит пластическая деформация материала. Из всех видов механических испытаний твёрдость определяют чаще всего. Это объясняется простотой и высокой производительностью метода измерения твердости, а также тем, что испытание можно проводить на самом изделии (полуфабрикаты или детали), не вызывая его повреждения. Существует несколько методов испытания материалов на твёрдость.

Наиболее применяемыми являются:

- 1) метод Бринелля;
- 2) метод Роквелла.



а) *По методу Бринелля.* С помощью рычажного пресса в подготовленный образец вдавливают стальной закалённый шарик $d = 10; 5$ или $2,5$ мм.

Сила вдавливания регулируется противовесом и принимается: $F = 30d^2$ – для стали и чугуна (кГс); $F = 10d^2$ – для меди, алюминия и их сплавов; $F = 2,5d^2$ – для мягких сплавов на основе олова и свинца.

Твёрдость (НВ) определяют согласно *диаметра отпечатка* по таблицам, прилагаемым к прибору или по формуле $HВ = F/S$.

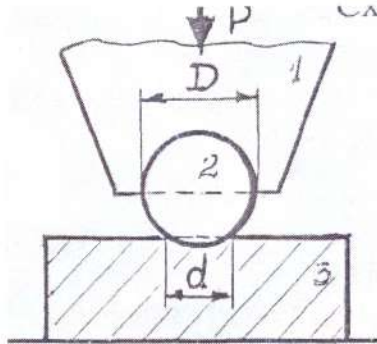
Диаметр отпечатка измеряется при помощи мерной лупы.

б) *По методу Роквелл.* С помощью пресса в подготовленный образец вдавливают стальной закалённый шарик $d = 1,58$ мм или алмазный конус ($\alpha = 120^\circ$). Нагрузка $F = 100$ кГс – для шарика и 150 кГс – для алмазного конуса. Твёрдость HRB или HRC определяют по шкалам прибора в зависимости от *глубины вдавливания* (единица твердости – перемещение наконечника на $0,002$ мм (2 мкм)).

Выполнение работы

1. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.
- 1.1. Зачистить шлифовальной бумагой образцы металла до зеркального блеска.
- 1.2. Установить образец на столик пресса. Вращением маховика поднять его до соприкосновения с шариковым наконечником и создать предварительную нагрузку (« 100 кГс).
- 1.3. Включить двигатель пресса для создания усилия вдавливания на шарик, а после окончания цикла испытания - выключить.

2. Схема испытания:



- а). Шпиндель
- б). Стальной закалённый шарик
- в). Испытываемый образец
- г). Столик пресса
- 2.1. Вращением маховика освободить образец и при помощи мерной лупы измерить диаметр отпечатка (d) с точностью до 0,1 мм.
- 2.2. Определить по таблице твёрдость металла образца (НВ).
- 2.3. Определить предел прочности (σ_B) металла образца на разрыв:
 $\sigma_B = 0,36 \text{ НВ}$ - для стали;
 $\sigma_B = 0,1 \text{ НВ}$ - для чугуна.
- 2.4. По таблице установить соответствующую марку металла.
- 2.5. Результаты испытаний занести в таблицу:

№ опыта	Диаметр шарика D, мм	Усилие вдавливания P, кГс	Диаметр отпечатка d, мм	Твёрдость по Бринеллю НВ	Предел прочности σ_B , МПа	Марка металла
1.	10	3000				
2.	10	3000				

Контрольные вопросы

1. Что такое твердость?
2. В каких единицах измеряется твердость?
3. Как устроен прибор для испытания твердости?

Список используемой литературы

1. Стр.11- 32, 39 Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Практические занятия № 2

Определение твёрдости и ударной вязкости металлов

Цель: ознакомиться с устройством маятничкового копра, испытанием металлов на ударную вязкость

Оборудование и материалы: маятничковый копер, штангенциркуль, металлические образцы.

Содержание занятия:

1. Изучить методику определения твердости и ударной вязкости металлов.
2. Зарисовать основные приборы и методики определения ударной вязкости с пояснительными расшивками.
3. Определить запас энергии маятника
4. Сделать основные выводы по работе.

Краткие теоретические сведения

При эксплуатации различные детали и конструкции часто подвергаются ударным нагрузкам. Эта характеристика механических свойств играет огромную роль при оценке служебных свойств конструкционных, а также инструментальных сталей.

Чем больше величина ударной вязкости, тем лучше материал сопротивляется динамической нагрузке. Образцы из хрупких материалов ломаются легко, с небольшой затратой работы на разрушение. Образцы из пластичных материалов наоборот – требуют на разрушение большей энергии. Материалы, требующие большой затраты энергии на излом называют вязкими. Все материалы, из которых изготавливают детали, воспринимающие динамические нагрузки, обязательно испытывают на удар.

Выявляют склонность металла к хрупкому разрушению.

Испытания выполняют на маятничковом копре.

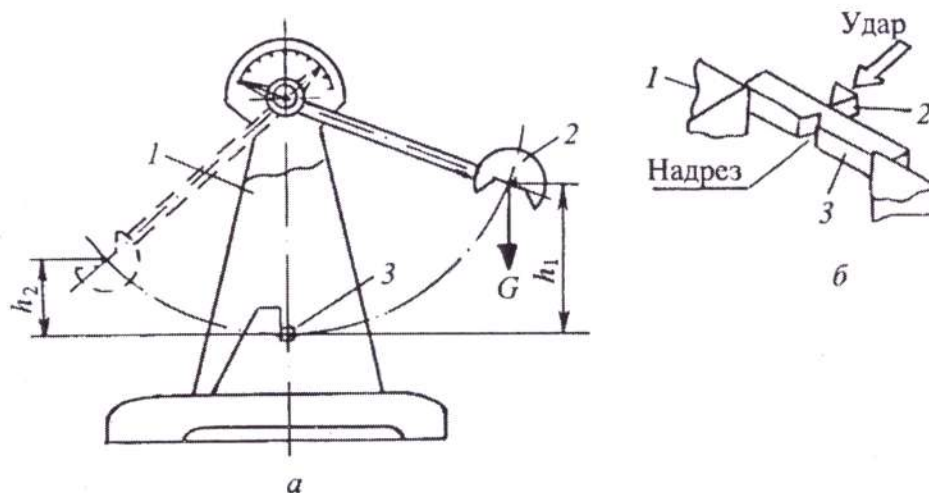


Рис. 2.14. Схема испытаний на ударную вязкость:

a — схема маятничкового копра; *б* — расположение образца на копре; 1 — корпус; 2 — маятник; 3 — образец

При испытании по шкале прибора определяют:

- начальную энергию маятника $K_0 = Gh_1$
- конечную энергию (остаточную после разрушения образца) $K_1 = Gh_2$
- Работа удара рассчитывается по формуле: $K = G(h_1 - h_2)$

Удельная ударная вязкость определяет по формуле $KC = G(h_1 - h_2) / S_0$
(Дж/см²)

где S_0 — площадь поперечного сечения образца (0,8 см²).

Выполнение работы

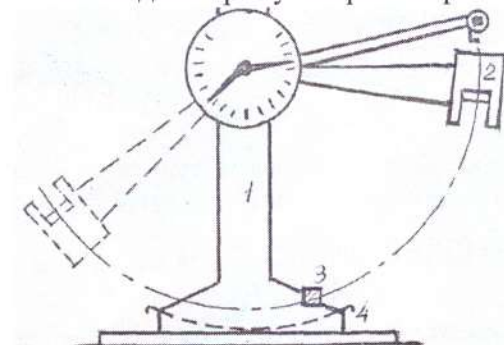
Испытание на ударную вязкость при помощи маятникового копра.

1. Копер оснащён массивным маятником, энергия которого используется для испытания образцов металла ударной нагрузкой.

Схема испытания:

а. Рама копра; б. . Маятник; в. Испытуемый образец; г. Ленточный тормоз

2.. Поднять раму копра и зафиксировать её положение.



3. Установить стрелки измерительной шкалы в нулевое положение.

4. Поднять маятник до срабатывания защёлки удерживающей его в поднятом положении.

5. Штангенциркулем проверить размеры образца (10x10 мм , l=55 мм) и установить его на опоры копра надрезом в сторону, противоположную удару.

6. Нажимая ногой на педаль, вывести ленточный тормоз, затем поворотом защёлки освободить маятник. После разрушения образца отпустить педаль, включив тормоз для погашения колебаний маятника.

7. Согласно показаниям стрелок определить по шкале запас энергии маятника до разрушения образца E_1 и остаток энергии после его разрушения E_2 .

$$K = E_1 - E_2 \quad (1)$$

Удельная ударная вязкость материала образца:

$$KS = K / S_0 \text{ (Дж см}^2\text{/)} \quad (2)$$

8. Результаты испытаний занести в таблицу:

№	Площадь поперечного сечения образца $S, \text{ см}^2$	Запас энергии копра $E_1, \text{ Дж}$	Избыток энергии копра $E_2, \text{ Дж}$	Работа на разрушение образца $K, \text{ Дж}$	Ударная вязкость $KS, \text{ Дж/см}^2$
1	0,8				
2	0,8				

Контрольные вопросы

1. В каких случаях проводятся испытания на ударную вязкость?
2. Какие факторы влияют на величину ударной вязкости?
3. О каких свойствах материала судят по величине ударной вязкости?
4. В чем состоит принцип работы маятникового копра?
5. Какие материалы подвергаются испытаниям на ударную вязкость?

Список используемой литературы

1. Стр. 44 Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Лабораторное занятия №1

Исследование диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов

Цель: : Изучить и научиться анализировать диаграмму состояния железоуглеродистых сплавов. Рассмотреть превращения, происходящие в железоуглеродистых сплавах при медленном охлаждении и нагреве.

Оборудование и материалы: Диаграмма состояния системы Fe – Fe₃C. Таблицы микроструктур железоуглеродистых сплавов.

Содержание занятия:

1. Изучить диаграмму состояния (рисунок).
2. Привести расшифровки основных ее точек.
3. Перечислить основные фазы сплава и привести их краткую характеристику.
4. Сделать основные выводы по работе и подготовить устные ответы на контрольные вопросы.

Краткие теоретические сведения

Диаграмма состояния характеризует фазовый состав железоуглеродистых сплавов (сталей и чугунов) в равновесном состоянии, т.е. при медленном охлаждении, когда в сплавах успевают произойти диффузионные процессы, сопровождающие фазовыми превращения. Основными компонентами железоуглеродистых сплавов являются железо и углерод

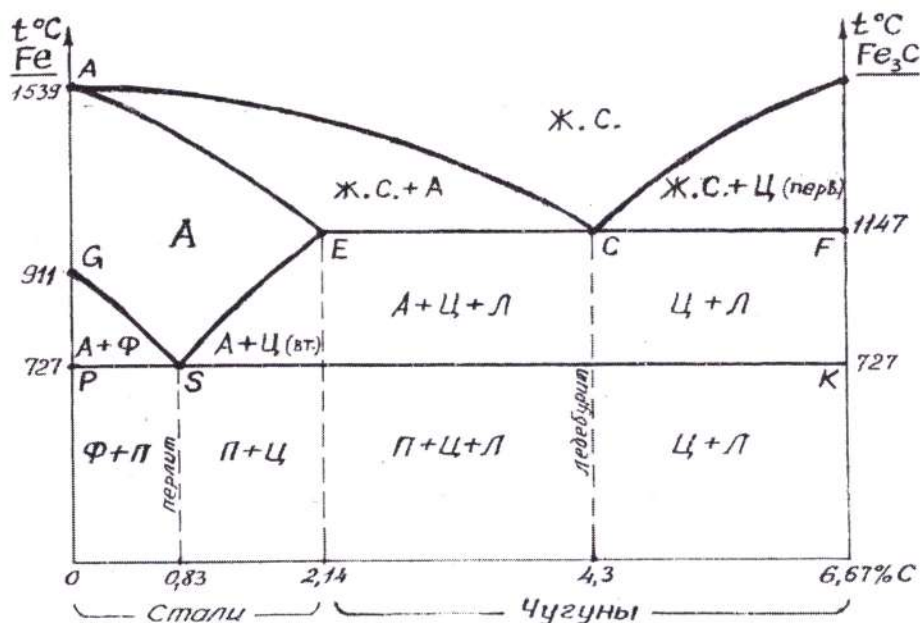
Взаимодействие железа и углерода состоит в том, что углерод может растворяться как в жидком (расплавленном) железе, так и в различных его модификациях в твердом состоянии.

Таким образом, в железоуглеродистых сплавах могут образовываться следующие фазы: жидкий раствор, твердый раствор. Превращения в железоуглеродистых сплавах происходит как при кристаллизации (затвердевании) жидкой фазы, так и в твердом состоянии.

Структурные составляющие сплавов Fe – C

Термин	Определение, характеристика
Феррит	Феррит(Ф) – твердый раствор углерода в α-железе. Ф. существует в сплавах при температуре ниже 727°C.
Аустенит	Аустенит (А) – твердый раствор углерода в γ-железе. А. существует в сплавах при температуре выше 727°C. При 727°C А. содержит 0,8%С, при 1147°C – 2,14%С.
Цементит	Цементит (Ц) – карбид железа, химическое соединение. При всех температурах существования Ц. содержит 6,67%С. В зависимости от условий образования различают Ц.: первичный ЦI, образующийся из жидкой фазы в виде игольчатых кристаллов и вторичный ЦII, образующийся из твердой фазы
Ледебурит	Ледебурит (Л=А+Ц) – механическая смесь аустенита и цементита (эвтектика). Л. содержит 4,3% С. При температуре ниже 727°C аустенит ледебурита распадается на перлит и цементит.
Перлит	Перлит (П=Ф+Ц) – механическая смесь феррита и цементита (эвтектоид). П. содержит 0,8%С.

Диаграмма состояния сплавов Fe – C



ACD – линия ликвидуса – начало первичной кристаллизации сплавов.

По **AC** – выпадают кристаллы аустенита, по **CD** – первичного цементита.

AECF – линия солидуса – заканчивается первичная кристаллизация сплавов.

В области **AESG** – аустенит. При его охлаждении по **GS** начинается переход γ в α -железо и выпадают кристаллы феррита.

По **ES** – аустенит начинает распадаться выделяя избыточный углерод в виде вторичного цементита.

В точке **S** – из аустенита одновременно кристаллизуются феррит и цементит, образуя эвтектоид – перлит.

Доэвтектоидные стали содержат феррит и перлит.

Заэвтектоидные ($> 0,83\% \text{ C}$) содержат перлит и цементит.

ECF – линия ледебуритного превращения – заканчивается первичная кристаллизация чугунов. В точке **C** ($4,3\% \text{ C}$) при 1147°C одновременно кристаллизуются аустенит и цементит, образуя механическую смесь (эвтектику) – ледебурит.

По **EC** – образуются доэвтектические чугуны ($2,14...4,3\% \text{ C}$). Они состоят из кристаллов аустенита и ледебурита. При охлаждении растворимость углерода в железе снижается и он выделяется из аустенита в виде вторичного цементита.

По **CF** – образуется заэвтектические чугуны ($4,3...6,67\% \text{ C}$), которые состоят из ледебурита и первичного цементита (белые чугуны).

PSK – линия перлитного превращения. Ниже неё происходит окончательный распад аустенита, связанный с $\gamma - \alpha$ превращением в железе и образованием перлита.

Доэвтектические чугуны содержат перлит, цементит и ледебурит, заэвтектические – ледебурит и цементит.

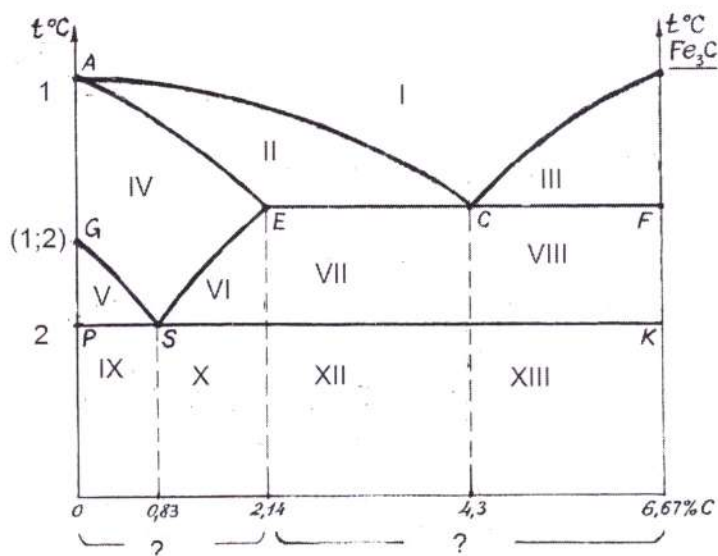
Выполнение работы

1. Начертите диаграмму, укажите параметры основных точек. Кратко опишите, что собой представляет аустенит, феррит, цементит, ледебурит, перлит.

2. Опишите, какие процессы произойдут со сплавом в заданном процентном содержании углерода при медленном охлаждении. Данные взять из таблицы в соответствии с вариантом.

3. Какие структуры имеет сплав в точках 1 и 2?

4. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе



Контрольные вопросы

1. Что такое феррит?
2. Что такое аустенит?
3. Что такое цементит?
4. Что такое ледебурит?
5. Что такое перлит ?
6. Что такое доэвтектоидная сталь ?
7. Что такое заэвтектоидная сталь ?
8. Что такое доэвтектический чугун ?
9. Что такое заэвтектический чугун ?

Список используемой литературы

1. Стр 80 Материаловедение: учебник / А.А. Черепакхин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Лабораторное занятие №2

Исследование микроструктуры углеродистых сталей и чугунов.

Цель : Ознакомиться с устройством металлографического микроскопа и приобрести практические навыки работы на нем; ознакомиться с процессом приготовления микрошлифов; проведение микроанализа углеродистых сталей и чугунов; приобретение навыков зарисовки микроструктур металлов и сплавов.

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Содержание углерода %	0,3	2,7	0,5	2,5	0,7	2,3	0,9	1,5	1,1
Температура в точке 1	1400	1100	1300	1100	1200	1300	1150	1350	1220
Температура в точке 2	750	700	600	900	650	950	700	650	750

Оборудование и материалы: Металлографический микроскоп, набор микрошлифов углеродистых сталей и чугунов, фотоснимки микрошлифов

Содержание занятия:

1. Ознакомиться с устройством металлографического микроскопа;
2. Приобрести практические навыки работы на микроскопе;

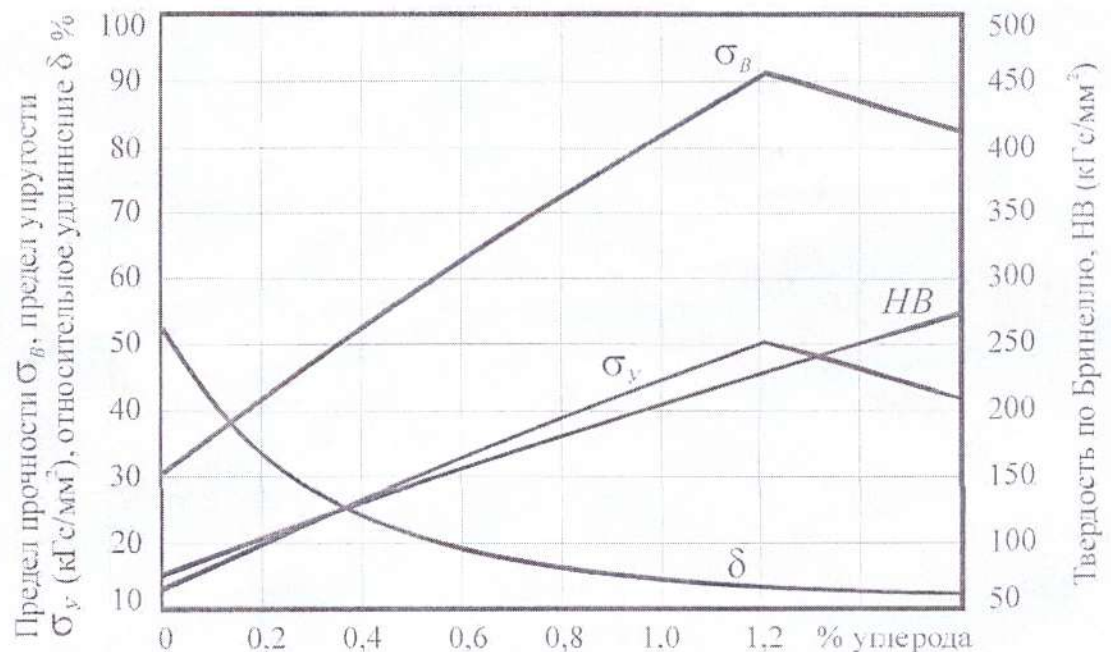
3. Ознакомиться с процессом приготовления микрошлифов;
4. Провести микроанализ углеродистых сталей;
5. Зарисовать микроструктуру углеродистых сталей;
6. Зарисовать микроструктуру чугунов;
7. Составить отчет и сделать заключение о проделанной работе

Краткие теоретические сведения

Для получения микрошлифа поверхность образца шлифуют, полируют, а затем протравливают химически активными веществами. Целью шлифования и полирования является получение поверхности шлифа без рисков рельефов и деформаций. Шлифуют абразивными шкурками, соблюдая последовательность перехода от грубо к мелкозернистым шкуркам. Для полирования используют мелкий абразив, смешанный с жидкостью, например оксиды хрома или алюминия, смешанные с водой. Периодически шлиф поворачивают на 90^0 , промывают, просушивают. Затем шлифы протравливают. Для сталей и чугунов применяют 4% раствор азотной кислоты HNO_3 в этиловом спирте C_2H_5OH . Из-за различия свойств зерен, а также пограничных участков происходит избирательное травление вещества, в результате чего на шлифе образуется рельеф. При попадании на него лучей происходит отражение различной интенсивности и создается картина структуры шлифа.

Выполнение работы

1. Ознакомиться с устройством металлографического микроскопа.
2. Ознакомиться с процессом приготовления микрошлифов.
Описать процесс приготовления микрошлифов.
3. Исследовать микроструктуру шлифа углеродистых сталей (доэвтектоидных, эвтектоидных и заэвтектоидных) под микроскопом.
4. Зарисовать видимые под микроскопом микроструктуры в круге диаметром 50 мм и указать структурные составляющие.
5. Описать методику получения высокопрочного и ковкого чугунов.
6. Изучить график зависимости механических свойств стали от содержания углерода



Контрольные вопросы

1. По какому признаку делят сплавы на стали и чугуны?
2. Назовите структурные составляющие железо-углеродистых сплавов.

3. Дать классификацию сталей по содержанию углерода, химическому составу, способу раскисления и назначению.

4. Перечислить основные виды термообработки сталей.

5. Описать структуру серых чугунов, их маркировку и область применения.

6. Описать структуру высокопрочных чугунов, их маркировку, технологию получения и область применения.

7. Описать структуру ковких чугунов, их маркировку, технологию получения и область применения

Список используемой литературы

1. Стр 124-135 Материаловедение: учебник / А.А. Черепяхин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Лабораторное занятие №3

Исследование микроструктуры цветных металлов и сплавов

Цель – знать свойства цветных металлов и их сплавов, определять свойства материалов, проведение микроанализа сплава и приобретение навыков зарисовки простейших микроструктур.

Оборудование и материалы: металлографический микроскоп ММУ -3У, образцы для микроанализа, справочный атлас с фотографиями микроструктур.

Содержание занятия:

1. Изучить методику определения свойств цветных металлов и их сплавов

2. Зарисовать видимые под микроскопом микроструктуры и указать структурные составляющие.

3. Сделать основные выводы по работе.

Краткие теоретические сведения

Цветные металлы. К цветным металлам, наиболее широко применяемым в технике, относятся медь, алюминий, олово, свинец, цинк, магний, титан и их сплавы. В чистом виде цветные металлы используют редко, в основном их применяют в виде сплавов.

Легирующие элементы, входящие в состав цветных металлов и сплавов, обозначают заглавными буквами русского алфавита, например алюминий - А, бериллий - Б, железо - Ж, кремний - К, медь - М и т. д.

Медные сплавы. Важнейшими сплавами на основе меди являются бронзы и латуни.

Бронза - это сплав меди с оловом, свинцом, алюминием и другими элементами. Название бронзы зависит от второго компонента. Важнейшими из бронз являются оловянные, свинцовые, алюминиевые, бериллиевые и кремниевые. Бронзы маркируют следующим образом: сначала пишут буквы Бр., означающие бронзу, затем буквы, показывающие, какие элементы введены в бронзу, и далее цифры, указывающие на содержание этих элементов в процентах.

Оловянистые бронзы обладают хорошими литейными свойствами, коррозионной стойкостью и высокими антифрикционными свойствами, т. е. хорошо сопротивляются износу и трению.

Алюминиевые бронзы содержат до 10% алюминия. Они обладают прочностью, высокими антифрикционными и технологическими свойствами, устойчивостью в атмосферных условиях.

Кремнистые бронзы содержат 2-3% кремния. Они обладают высокими литейными свойствами, коррозионной стойкостью в морской воде. Из таких бронз изготавливают пружинящие детали, проволоку, ленту и т. д.

Никелевые бронзы, обладают высокой вязкостью и кислотостойкостью, сохраняют механические свойства даже при повышенных температурах.

Бериллиевые бронзы (2% бериллия) хорошо упрочняются термической обработкой.

Латунь - это сплав меди с цинком. Кроме цинка, латунь содержит и другие элементы, но в меньшем, чем цинк, количестве. Латунь маркируют буквой Л, за которой стоят цифры, указывающие на содержание меди,

Различают:

а) **деформируемые латуни** (4-39 % цинка) – пластичные, легко обрабатываются давлением, хуже – резанием. При холодной обработке давлением приобретают наклеп, снимаемый отжигом при температуре нагрева 600...700 °С;

Марка бронзы	Механические свойства			Область применения
	σ_b , МПа	δ , %	НВ	
Алюминиевые бронзы				
БрАЖН10 – 4 - 4	650	350	150	Для обработки давлением
БрА10ЖЗМц2	490	12	117	Фасонное литье
Кремнистая бронза				
БрКМц3 - 1	380	35	80	Прутки, проволока, ленты для пружин
Бериллиевая бронза				
БрБ2	500	45	100	Полосы, прутки, ленты, проволока для пружин

Маркируют: Л90 – Cu – 90%, Zn – 10%.

ЛЖМц 59-11 – Cu – 59%, Fe – 1%, Mn – 1%

б) **литейные латуни** (39 - 45% цинка) – детали изготавливают отливкой. Хорошо обрабатываются резанием.

Для улучшения свойств, латуни легируют оловом, кремнием, марганцем и другими компонентами, получая сложные (специальные) латуни.

Маркируют: Л60 – Cu – 60%, Zn – 40%.

Алюминиевые сплавы. Они получают добавлением к алюминию меди, цинка, магния, кремния, марганца и других компонентов. Такие сплавы имеют небольшой удельный вес и высокие механические свойства.

Алюминиевые сплавы разделяются на деформируемые и литейные.

Деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой или их прочностные свойства повышаются искусственным старением, поэтому из них изготавливают полуфабрикаты ковкой, прокаткой и прессованием.

К деформируемым алюминиевым сплавам относится Дюралюминий, маркируют буквой Д, за которой стоят цифры, указывающие на № сплава.

Литейные алюминиевые сплавы Из литейных сплавов наибольшее распространение получили силумины - сплавы алюминия с кремнием. Силумины обладают высокими механическими свойствами и большой жидкотекучестью, позволяющей отливать сложные и тонкостенные детали.

Химический состав и типичные механические свойства некоторых деформируемых алюминиевых сплавов после закалки и старения

Марка сплава	Содержание элементов					Механические свойства		
	Cu	Mg	Mn	Si	Другие элементы	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ ,%
Дюралюмин								
Д16	3,8...4,9	1,2...1,8	0,3...0,9	-	-	400	500	11
Высокопрочные алюминиевые сплавы								
В95	1,4...2,0	1,8...2,8	0,2...0,6	-	5-7 Zn 0,1 -0,25 Cr	530- 550	560- 600	8
Жаропрочные алюминиевые сплавы								
Д20	6...7	-	0,4...0,8	-	0,1..0,2 Ti $\leq 0,2$ Zn	250	400	12

Антифрикционные (подшипниковые) сплавы. Антифрикционными называют сплавы, из которых изготовляют подшипники и трущиеся детали, применяя для этого баббиты, бронзы и другие материалы, предохраняющие трущиеся детали, например валы, от износа и создающие необходимые условия для смазки.

Маркировка баббитов:

Б83 – содержит 11% сурьмы, 6% меди, 83% - олова. Применяют для подшипников тяговых двигателей.

Б16 - содержит 16% олова, 66 % - свинца, 16% - сурьмы, 2% - меди. Подшипники скольжения автомобильных двигателей.

БК2 (кальциевый баббит) – кальций – 0,5 %, натрий – 0,5%, олова – 2%, остальное – свинец. Подшипники вагонов.

Оловянные и свинцовые бронзы (БрОЦС 5-5-5; Бр.С 30);

Химический состав (%) и назначение подшипниковых сплавов - баббитов

Марка сплава	Sb	Cu	Cd	Sn	Другие элементы	Область применения
Б88	7,3...7,8	2,5...3,5	0,8...1,2	Остальное	0,15...0,25Ni	Тяжелонагруженные машины, паровые турбины
Б16	15...17	1,5...2,0	-	15...17	-	Двигатели
БС6	5,5...6,5	0,1...0,3	-	5,5...6,5	-	

Выполнение работы

1. Установить микрошлиф на столик микроскопа и вращением рукояток произвести его наводку.
2. Рассмотреть микроструктуру шлифа в различных участках и выбрать наиболее четкий и характерный участок.
3. Зарисовать видимые под микроскопом микроструктуры в круге и указать структурные составляющие.
4. Описать свойства и применение меди и ее сплавов.
5. Описать свойства и применение алюминия и его сплавов.
6. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите свойства меди
2. Приведите примеры применения меди и медных сплавов а промышленности
3. Что такое баббит, где применяются
4. Какие сплавы относят к бронзам?
5. Что такое латунь? Приведите примеры
6. Каковы свойства и применение алюминия?

Список используемой литературы

1. Стр.144- 168, Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Практическое занятие 3

Выбор марки материала и способа его обработки для конкретных деталей

Цель работы: на основании полученного чертежа детали, назначить виды обработки указанных поверхностей. Осуществить выбор и определить последовательность способов обработки детали. Выбрать марку материала.

Оборудование и материалы: чертеж детали, плакаты, таблица марки материала

Программа :

1. Проанализировать задание, выбрать последовательность механической обработки в зависимости от типа поверхности и требований к размерной точности и шероховатости поверхности.
2. Выбрать способ обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности.
3. Определить общую последовательность способов обработки, обеспечивающих требуемое качество поверхности деталей в соответствии с чертежом;.
4. Составить схему выбранной последовательности способов обработки.
5. Проанализировать результаты и составить отчет.

Методические указания

Практическое занятие предусматривает обосновать выбор металла для изготовления заданной детали и выбор вида и режима термической и химико-термической обработки, которая обеспечит надежность детали в условиях эксплуатации, указанных в каждой задаче.

Для решения задачи необходимо прежде всего определить материал, обладающий свойствами, близкими к требуемым. Для этой цели рекомендуется ознакомиться с классификацией, составом и назначением основных материалов, используемых в технике.

1. Согласно заданного варианта исследовать типовые технологические процессы:
 - а) изучить конструктивные характеристики детали, условия работы заданной детали и требования, предъявляемые к ней;
 - б) определить габаритные размеры;
 - в) дать качественный анализ технологичности конструкции детали и режима обработки
 - г) определить вид заготовки для данной детали
 - д) сделать эскиз детали

2. Согласно заданного варианта исследовать технологические задачи: точность размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, качество поверхностного слоя.
3. Сделать анализ свойств материала и метода получения заготовки, предварительной обработки заготовки.
4. Определить последовательность механической обработки
5. Выбрать способ упрочняющей обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности
6. Выбрать схему последовательности обработки

Пример решения задачи по выбору материала и способа его обработки для конкретных деталей

Задача. Завод имеет сталь двух марок: 45 и 20ХНЗА, из которых можно изготовить вал диаметром 70 мм для работы с большими нагрузками.

Какую из сталей следует применить для изготовления вала, если сталь должна иметь предел текучести не ниже 740 МПа?

Решение.

Химический состав стали, %

Сталь	C	Mn	* Si	Cr	Ni	S	P
Сталь 45	0,42-0,50	0,50—0,80	0,17-0,37	0,25 0,6—	0,25 2,75-	0,045	0,040
20ХНЗА	0,17—0,23	0,3 —0,6	0,17—0,37	0,9	3,15	0,025	0,025

Сталь 45 согласно ГОСТу в состоянии поставки (после прокатки и отжига) имеет твердость не более НВ 207. При твердости НВ 190—200 сталь имеет предел прочности не выше 588—608 МПа. Предел текучести стали 45 не превышает 265—314 МПа.

Сталь 20ХНЗА согласно ГОСТу в состоянии поставки (после прокатки и отжига) имеет твердость не более НВ 250. Предел прочности не превышает 735 МПа и может быть ниже 588 МПа для плавок с более низкой твердостью. Предел текучести стали не превышает 343—392 МПа.

Таким образом, для получения заданного предела текучести вал необходимо подвергнуть термической обработке.

Для такого ответственного изделия, как вал двигателя, поломки которого нарушают работу машины, необходимо применить сталь качественную. Сталь 45 относится к классу качественной углеродистой, а сталь 20ХНЗА — к классу высококачественной легированной. Они содержат соответственно 0,42—0,50 и 0,17—0,23% углерода и принимают закалку. Для повышения прочности можно принимать нормализацию или закалку с высоким отпуском.

Так как вал двигателя воспринимает в работе динамические нагрузки, а также вибрацию, более целесообразно применить закалку и отпуск.

После закалки в воде углеродистая сталь 45 получает структуру мартенсита. Однако вследствие небольшой прокаливаемости углеродистой стали эта структура в изделиях диаметром более 20—25 мм образуется только в сравнительно тонком поверхностном слое толщиной 2—4 мм. Последующий отпуск вызовет превращение мартенсита и троостита в сорбит только в поверхностном слое, но не влияет на структуру и свойства перлита и феррита в основной массе изделия. Сорбит отпуска обладает более высокими механическими свойствами, чем феррит и перлит.

Сталь 20ХНЗА легирована никелем и хромом для повышения прокаливаемости и закаливаемости. Она получает после закалки однородную структуру и механические свойства в сечении диаметром до 75мм.

Таким образом, свойствами, которые обеспечат требования для изготовления вала диаметром 70мм для работы с большими нагрузками, обладает сталь 20ХНЗА, которую необходимо применять для изготовления валов с соответствующей термодинамической обработкой(закалка с 820-835 град. в масле и отпуск 520-530 град. в масле)

Контрольные вопросы

1. Дать определение стали
2. Перечислить основные компоненты стали, примеси.
3. Классификация углеродистых сталей по назначению.
4. Расшифровать марки сталей: У8А; ВСтЗкп.
5. Дать определение закалки
6. Назначение закалки.
7. Виды отпуска
8. Поверхностное упрочнение стали, виды.

Список используемой литературы

Стр.144- 168, Материаловедение: учебник / А.А. Черепашин, И.И. Колтунов, В.А. Кузнецов – 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2015. – 240 с. – (среднее профессиональное образование)

Приложение.

Марка стали	Назначение
ВСтЗсп	Несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат- для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках.
ВСт5пс	Детали клепаных конструкций, болты, гайки, ручки, тяги, втулки, ходовые валики, клинья, цапфы, рычаги, упоры, штыри, пальцы, стержни, звездочки, трубчатые решетки, фланцы и др. детали, работающие в интервале температур от 0 до +425С; поковки сечением до 800 мм.
Сталь10	Детали, работающие при температурах от -40 до 450С, к которым предъявляются требования высокой пластичности, после химико-термической обработки – детали с высокой поверхностной твердостью при невысокой прочности сердцевины.
Сталь 35	Детали невысокой прочности, испытывающие небольшие напряжения: оси, цилиндры, коленчатые валы, шатуны, шпиндели, звездочки, тяги, ободы, траверсы, бандажи, диски и другие детали.
Сталь 45	Вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.
Сталь 60	Цельнокатаные колеса вагонов, валки рабочие листовых станов для горячей прокатки металлов, шпиндели, бандажи, диски сцепления, пружинные кольца амортизаторов, замочные шайбы, регулировочные шайбы, регулировочные прокладки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и износостойкости.
А20	Мелкие детали машин и приборов, малонагруженные детали сложной конфигурации, к которым предъявляются требования высокой точности размеров и качества поверхности, после цементации и цианирования – малонагруженные детали, к которым предъявляются требования износостойкости и повышенного качества поверхности.
А40Г	Детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, и детали, к которым предъявляются повышенные требования к чистоте поверхности, работающие при повышенных напряжениях и давлениях:

	оси, валики, втулки, кольца, шестерни, пальцы, винты, болты, гайки, ходовые винты.
15X	Втулки, пальцы, шестерни, валики, толкатели и другие цементуемые детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины, детали, работающие в условиях износа при трении.
40X	Оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, зубчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.
15XСНД	Элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до 450С.
20ХН	Шестерни, втулки, пальцы, детали крепежа и другие детали, от которых требуется повышенная вязкость и умеренная прокаливаемость.
30ХГС	Различные улучшаемые детали: валы, оси, зубчатые колеса, тормозные ленты моторов, фланцы, корпуса обшивки, лопадки компрессорных машин, рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции, работающие при знакопеременных нагрузках, крепежные детали.
45ХН2МФА	Торсионные валы, коробки передач и другие нагруженные детали, работающие повторно- переменных нагрузках и испытывающие динамические нагрузки.
25ХГТ	Нагруженные зубчатые колеса и другие детали, твердость которых более HRC 59
38ХГН	Детали экскаваторов, крепеж, валы, оси, зубчатые колеса, серьги и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности.
ШХ15	Шарики диаметром до 250 мм, ролики диаметром до 23 мм, кольца подшипников с толщиной стенки до 14 мм, втулки плунжеров, плунжеры, нагнетательные клапаны, корпуса распылителей, ролики толкателей и другие детали, от которых требуется высокая твердость, износостойкость и контактная прочность.
ШХ15СГ	Крупногабаритные кольца шарико- и роликоподшипников со стенками толщиной более 20-30 мм; шарики диаметром более 50 мм; ролики диаметром более 35 мм.
60Г	Плоские и круглые пружины, рессоры, пружинные кольца и другие детали пружинного типа, от которых требуются высокие упругие свойства и износостойкость; бандажи, тормозные барабаны и ленты, скобы, втулки и другие детали общего и тяжелого машиностроения.
50ХФА	Тяжелонагруженные ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой усталостной прочности, пружины, работающие при температурах до 300С и другие детали.
70СЗА	Тяжелонагруженные пружины ответственного назначения.
У7А,У7	Инструмент, который работает в условиях, не вызывающих разогрева рабочей кромки: зубила, долота, бородки, молотки, лезвия ножниц для резки металла, топоры, колуны, стамески, плоскогубцы комбинированные, кувалды.
У10,У10А	Инструмент, работающий в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: метчики ручные, рашпили, надфили, пилы для обработки древесины, матрицы для холодной штамповки, гладкие калибры, топоры.
У12,У12А	Режущие инструменты, работающие в условиях, не вызывающих

	разогрева режущей кромки: метчики ручные, метчики машинные мелкогабаритные, плашки для круп, развертки мелкогабаритные, надфили, измерительный инструмент простой формы: гладкие калибры, скобы.
9ХС	Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, машинные штампы, клейма для холодных работ. Ответственные детали, материал которых должен обладать повышенной износостойкостью, усталостной прочностью при изгибе, кручении, контактном нагружении, а также упругими свойствами.
X12МФ	Профилировочные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивные матрицы при формовке листового металла, эталонные шестерни, накатные плашки, волоки, матрицы и пуансоны вырубных просечных штампов со сложной конфигурацией рабочих частей, штамповки активной части электрических машин.
6ХВГ	Пуансоны сложной формы для холодной прошивки преимущественно фигурных отверстий в листовом и полосовом материале, небольшие штампы для горячей штамповки, главным образом, когда требуется минимальное изменение размеров при закалке.
P6M5K5	Для обработки высокопрочных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки.
P9	Для изготовления инструментов простой формы, не требующих большого объема шлифовки, для обработки обычных конструктивных материалов.
P18	Резцы, сверла, фрезы, резьбовые фрезы, долбяки, развертки, венкеры, метчики, протяжки для обработки конструктивных сталей с прочностью до 1000 МПа, от которых требуется сохранение режущих свойств при нагревании во время работы до 600С.
P9M4K8	Для обработки высокопрочных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки: зуборезный инструмент, фрезы, фасонные резцы, зенкеры, метчики.
12X17	Крепежные детали, валики, втулки и другие детали аппаратов и сосудов, работающих в разбавленных растворах азотной, уксусной, лимонной кислоты, в растворах солей, обладающих окислительными свойствами. Сталь коррозионно-стойкая и жаропрочная до 850С ферритного класса.
08X17T	Изделия, работающие в окислительных средах, а также в атмосферных условиях, кроме морской атмосферы, в которой возможна точечная коррозия. Теплообменники, трубы. Сварные конструкции, не подвергающиеся действию ударных нагрузок и работающие при температуре не ниже -20С. Сталь жаростойкая, коррозионно-стойкая ферритного класса.
25X13H2	Детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов, предметы домашнего обихода), а также изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и др.). Сталь коррозионно-стойкая мартенситного класса.
10X23H18	Листовые стали, трубы, арматура (при пониженных нагрузках), работающие при 1000 °С. Сталь жаростойкая, жаропрочная, аустенитного класса.