

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
Бузулукский колледж промышленности и транспорта

Предметно-цикловая комиссия общеобразовательных и общепрофессиональных
дисциплин

Т.Г.Конопля

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

методические указания для студентов к освоению учебной дисциплины

Бузулук 2018

Методические указания предназначены для выполнения практической и самостоятельной работы студентов, обучающихся по специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования по дисциплине «Материаловедение».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании ПЦК

ООПД

наименование ПЦК

протокол № 1 от «29» августа 2018 г.

Председатель ПЦК

ООПД

наименование ПЦК

Чесн

Чеснокова Т.А.

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

К

Конопля Т.Г.

должность

подпись

расшифровка подписи

Содержание

Введение.....	4
1. Практические работы.....	6
Практическая работа №1 Определение твердости металлов: по Бринеллю, по Роквеллу, по Виккерсу.....	6
Практическая работа №2 Испытание металлов на растяжение.....	9
Практическая работа №3 Изучение диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.....	13
Практическая работа №4 Расшифровка различных марок сталей и чугунов.....	18
Практическая работа №5 Производство заготовок холодной листовой штамповки.....	24
2. Самостоятельная работа.....	30
3. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	34

Введение

Методические рекомендации предназначены для организации самостоятельной и практической работы студентов по учебной дисциплине ОП.03 «Материаловедению», обучающихся по специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования. Главная задача методических рекомендаций – помочь студентам самостоятельно освоить некоторые теоретические вопросы и выполнить практические задания по учебной дисциплине.

Методические рекомендации облегчают подготовку к выполнению самостоятельных работ, а также обращают внимание обучающихся на главное, существенное в изучаемой учебной дисциплине, помогают выработать умения, анализировать ситуацию, связывать теорию с практикой.

Целью данного методического указания является активизация профессионального самоопределения студентов в процессе выполнения практических и самостоятельных работ.

Задачами методического указания являются:

- дать студентам необходимые знания для повседневной и творческой деятельности;
- подготовить студентов к работе на производстве;
- научить их пользоваться технической литературой и справочниками.

В результате изучения предмета студенты должны знать:

- строение и свойства машиностроительных материалов;
- методы оценки свойств машиностроительных материалов;
- области применения материалов;
- классификацию и маркировку основных материалов, применяемых для изготовления деталей сельскохозяйственной техники и ремонта;
- методы защиты от коррозии сельскохозяйственной техники и ее деталей;
- инструменты и станки для обработки металлов резанием, методику расчета режимов резания;
- инструменты для слесарных работ.

Освоив основные положения курса, студент должен уметь:

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения при производстве, ремонте и модернизации сельскохозяйственной техники;
- выбирать способы соединения материалов и деталей;
- назначать способы и режимы упрочения деталей и способы их восстановления при ремонте сельскохозяйственной техники исходя из их эксплуатационного назначения;
- проводить расчеты режимов резания.

Объем учебной дисциплины ОП.03 «Материаловедение» и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Суммарная учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем	42
<i>Самостоятельная работа</i>	4
Объем образовательной программы	56
в том числе:	
теоретическое обучение	32
практические занятия	10
консультации	2
Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена	8

1. Практические работы

Практическая работа №1

Тема: Твёрдость металлов

Цель: Изучение основных методов определения твёрдости металлов.

Оборудование: пресс Роквелла, образцы сталей и сплавов.

Ход работы:

1. Систематизация знаний обучающихся по теме «Металлы и их свойства»;
2. Зарисовать схемы определения твёрдости металлов методами Бринелля, Роквелла, Виккерса (рис.1);
3. Изучить принцип действия пресса Роквелла, научиться определять твёрдость металлов вдавливанием стального шарика;
4. Защита работы, ответ на контрольные вопросы.

1. Общие сведения

Твердость — это свойство металла оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твердого тела, не получающего остаточных деформаций.

Твердость тесно связана с такими важными характеристиками металлов и сплавов, как прочность, износостойчивость.

Есть несколько методов определения твердости (рис. 1.1), наиболее широкое распространение получили следующие:

- вдавливание шарика из твердой стали (метод Бринелля);
- вдавливание вершины алмазного конуса или стального шарика (метод Роквелла);
- вдавливание вершины алмазной пирамиды (метод Виккерса).

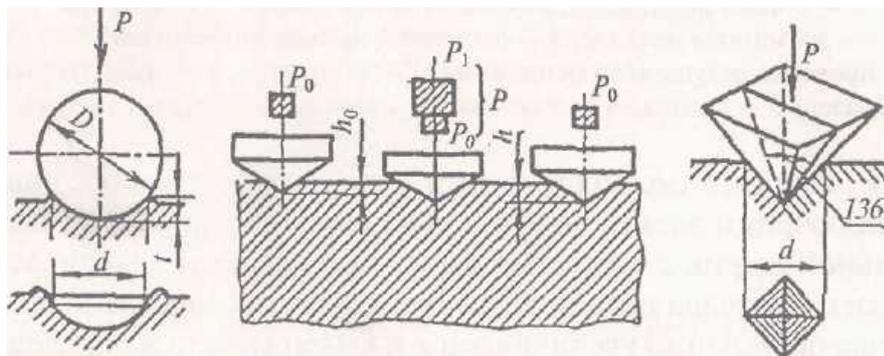


Рисунок 1.1- Определение твердости металлов методами: Бринелля (а), Роквелла (б), Виккерса (в)

Метод Бринелля заключается в том, что шарик из закаленной стали под действием нагрузки вдавливается в зачищенную поверхность металла.

Испытание на твердость металла по методу Бринелля проводят на приборе ТБ (рис. 1.2). Стальной шарик закрепляется в шпинделе прибора. Испытуемый образец ставят на предметный столик, который подводят к шпинделю вращением маховика. При

включении электродвигателя наложенный груз опускается и стальной шарик с помощью рычажной системы вдавливается в образец. Сначала вдавливание производится медленно, затем нагрузка постепенно увеличивается и выдерживается определенное время для получения четких границ отпечатка.

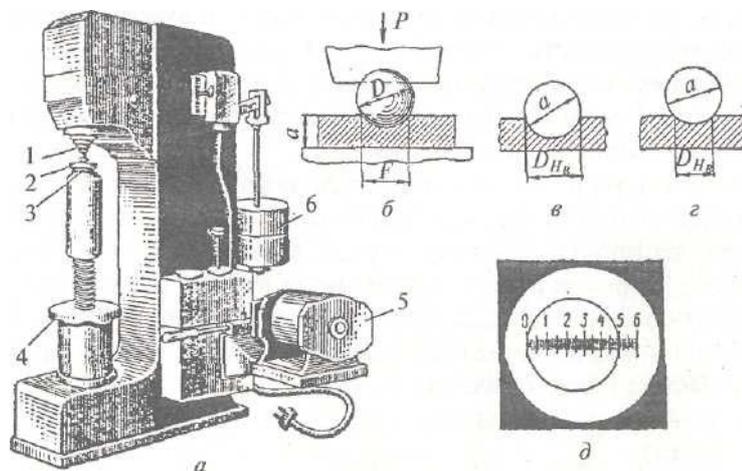


Рисунок 1.2- Определение твердости металла по Бринеллю
a — общий вид пресса; *б* — схема испытания; *в* — отпечаток на мягком металле; *г* — отпечаток на твердом металле;

д — проверка результатов испытания; 1 — шпиндель; 2 — испытуемый образец; 3 — столик; 4 — маховик; 5 — электродвигатель; 6 — груз

Испытуемый образец снимают со столика и измеряют диаметр полученного отпечатка (лунки) при помощи специальной лупы со встроенной шкалой (цена деления 0,1 мм).

Твердость по Бринеллю обозначается буквами **НВ** и определяется как отношение нагрузки P (кг), приходящейся на 1 мм^2 сферической поверхности отпечатка F , по формуле

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

Метод Роквелла отличается от метода Бринелля тем, что измеряется не диаметр отпечатка (лунки), а его глубина. Чем больше глубина вдавливания, тем меньше твердость испытуемого образца (рис. 1.3).

Алмазный конус (или стальной шарик) вдавливается в испытуемый образец под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок — предварительной нагрузки, равной 10 кг, а затем полной (предварительная плюс основная) нагрузки 60 кг (шкала А) или 150 кг (шкала С).

На приборе *ТР* величину вдавливания определяют непосредственно по шкалам *Л*, *В* и *С* циферблата индикатора (без измерения отпечатка и математических расчетов).

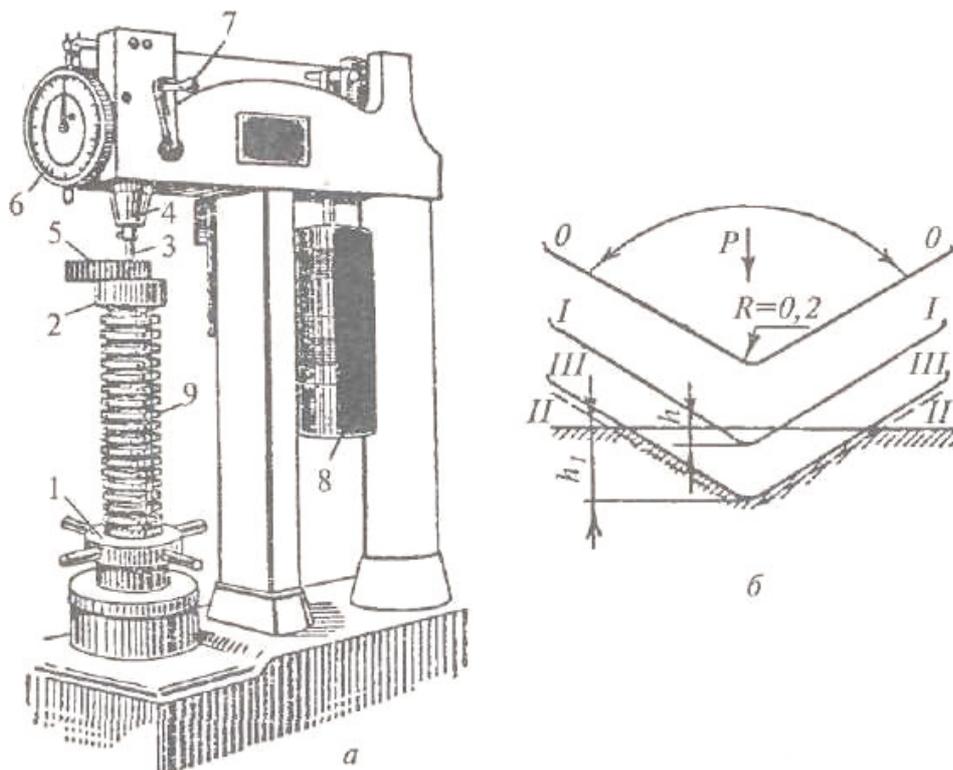


Рисунок 1.3- Определение твердости металла по Роквеллу

a— прибор *TP*; *б*— схема испытания вдавливанием алмазного конуса; 1 — маховик; 2 — столик; 3 — алмазный конус; 4 — шпиндель; 5 — испытуемый образец; 6 — индикатор, показывающий величину вдавливания; 7 — ручка; 8 - грузы; 9 — подъемный винт;

I-I — углубление конуса под действием предварительной нагрузки,

II—II — углубление конуса под действием полной нагрузки,

III—III — углубление конуса при уменьшении полной нагрузки до значения предварительной нагрузки

При измерении твердости стандартной нагрузкой **150 кг** значение твердости *HR* отсчитывается по **шкале С** индикатора, к обозначению твердости добавляется индекс шкалы, т. е. ***HR_С***.

При измерении твердости тонких образцов или поверхностного слоя металла со стандартной нагрузкой **60 кг** отсчет ведется по **шкале А**; к обозначению твердости добавляется индекс данной шкалы, т. е. ***HR_А***.

При измерении твердости мягких металлов стальным шариком со стандартной нагрузкой **100 кг** отсчет ведется по **шкале В** и к обозначению твердости добавляется индекс данной шкалы, т. е. ***HR_В***.

Метод Виккерса применяется для испытания металлов и сплавов высокой твердости, деталей малых сечений и твердых поверхностных слоев, полученных химико-термической обработкой (цементированных, азотированных и др.).

Этот метод дает очень точные показатели и применим к металлам любой твердости. Преимуществом метода Виккерса является возможность испытания тонкого поверхностного слоя металла после различных видов обработки.

Твердость металла определяется отношением нагрузки *P* в кг, создаваемой прибором, к площади отпечатка *F* в мм², вычисленной по его диагонали, и обозначается ***HV***.

2. Выводы, оформление отчёта

3. Контрольные вопросы

1. Дайте определение твёрдости металлов;
2. Перечислите основные методы определения твёрдости;
3. Что замеряется при определении твёрдости методом Бринелля диаметр или глубина отпечатка?
4. Опишите методику определения твёрдости на прессе Роквелла;
5. Чем отличается метод Роквелла от метода Бринелля?
6. В чём преимущество метода Роквелла от остальных методов?

Практическая работа №2

Тема: Испытание металлов на растяжение

Цель работы: Ознакомиться с проведением испытания на растяжение и определением показателей прочности и пластичности.

Приборы и материалы: Разрывная машина Р 0,5, штангенциркуль, мерительная линейка, набор проволочных образцов.

Основные положения

Металлы и сплавы, используемые в качестве конструкционных материалов, должны обладать определенными механическими свойствами – прочностью, упругостью, пластичностью, твердостью.

Прочность – это способность металла сопротивляться деформации и разрушению.

Деформацией называется изменение размеров и формы тела под действием внешних сил. Деформации подразделяются на **упругие и пластические**. Упругие деформации исчезают, а пластические остаются после окончания действия сил.

Способность металлов пластически деформироваться называется **пластичностью**.

При пластическом деформировании металла одновременно с изменением формы меняется ряд свойств, в частности при холодном деформировании повышается прочность, но снижается пластичность.

Большинство механических характеристик металла определяют в результате испытания образцов на растяжение (ГОСТ 1497-84).

При растяжении образцов с площадью поперечного сечения F_0 и рабочей (расчетной) длиной l_0 строят диаграмму растяжения в координатах: нагрузка P – удлинение Δl образца (рис. 2.1).

Диаграмма растяжения характеризует поведение металла при деформировании от момента начала нагружения до разрушения образца. На диаграмме выделяют три участка:

- упругой деформации – до нагрузки $P_{упр}$;
- равномерной пластической деформации от $P_{упр}$ до P_{max4} ;
- сосредоточенной пластической деформации от P_{max} до P_k .

Если образец нагрузить в пределах $P_{упр}$, а затем полностью разгрузить и измерить его длину, то никаких последствий нагружения не обнаружится. Такой характер деформирования образца называется **упругим**.

При нагружении образца более $P_{упр}$ появляется **остаточная (пластическая) деформация**. Пластическое деформирование идет при возрастающей нагрузке, так как металл упрочняется в процессе деформирования.

Упрочнение металла при деформировании называется **наклепом**.

При дальнейшем нагружении пластическая деформация, а вместе с ней и наклеп все более увеличиваются, равномерно распределяясь по всему объему образца. После достижения максимального значения нагрузки P_{max} в наиболее слабом месте появляется местное утонение образца – шейка, в которой в основном и протекает дальнейшее пластическое деформирование. В это время между деформированными зернами, а иногда и внутри самих зерен могут зарождаться трещины. В связи с развитием шейки, несмотря на продолжающееся упрочнение металла, нагрузка уменьшается от P_{max} до P_k , и при нагрузке P_k происходит разрушение образца. При этом упругая деформация образца ($\Delta l_{упр}$) исчезает, а пластическая ($\Delta l_{ост}$) остается (рис. 2.1).

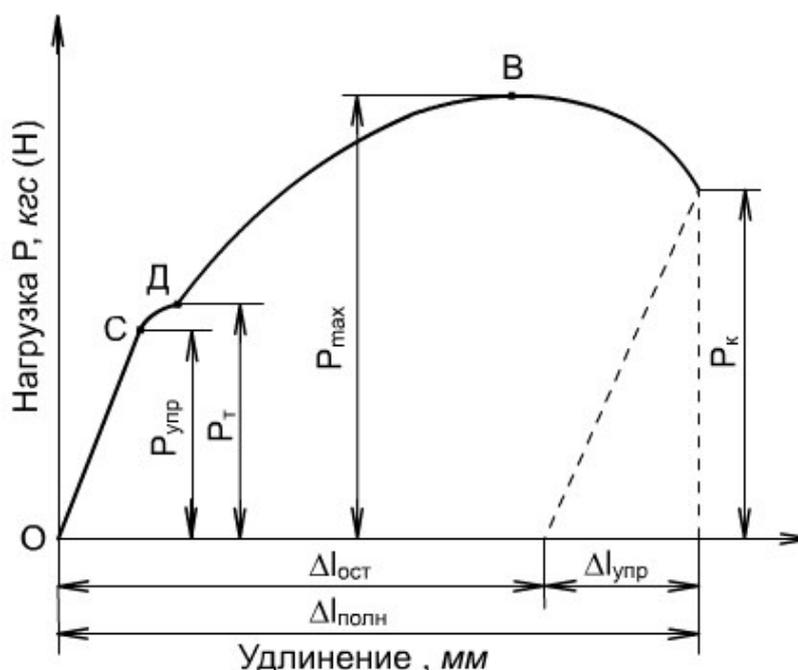


Рисунок 2.1- Диаграмма растяжения металла

При деформировании твердого тела внутри него возникают внутренние силы.

Величину сил, приходящуюся на единицу площади поперечного сечения образца, называют **напряжением**. Размерность напряжения $кгс/мм^2$, или $МПа$ ($1кгс/мм^2=1МПа$).

Отмеченные выше нагрузки на кривой растяжения ($P_{упр}$, P_T , P_{max} , P_k) служат для определения **основных характеристик прочности (напряжений)**:

предела упругости, предела текучести, временного сопротивления (предела прочности) и истинного сопротивления разрушению.

В технических расчетах вместо предела прочности обычно используется условный предел текучести, которому соответствует нагрузка $P_{0,2}$ (рис. 2.2).

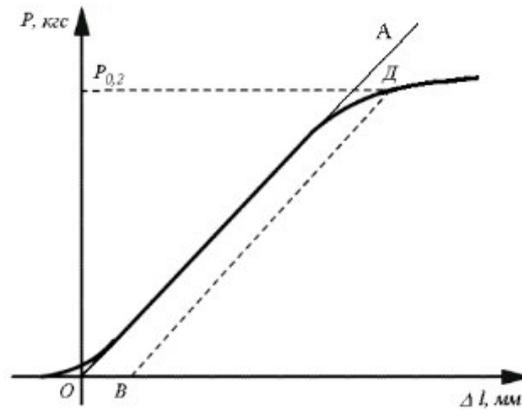


Рисунок 2.2- Участок диаграммы растяжения металла

При растяжении образец удлиняется, а его поперечное сечение непрерывно уменьшается. Но поскольку площадь поперечного сечения образца в каждый данный момент определить сложно, то при расчете *предела упругости, предела текучести и временного сопротивления* пользуются условными напряжениями, считая, что поперечное сечение образца остается неизменным. Истинное напряжение рассчитывается только при определении сопротивления разрушению.

Условный предел текучести ($\sigma_{0,2}$) – это напряжение, при котором образец получает остаточное (пластическое) удлинение, равное 0,2 % своей расчетной длины:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}$$

где $P_{0,2}$ – нагрузка, вызывающая остаточное (пластическое) удлинение; равное 0,2%, кгс (Н);
 F_0 – начальная площадь поперечного сечения образца, мм².

Временное сопротивление (предел прочности) σ_b – это напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца.

$$\sigma_b = \frac{P_{\max}}{F_0} ;$$

где P_{\max} – максимальная нагрузка, предшествующая разрушению, кгс (Н).

Временное сопротивление (предел прочности) характеризует несущую способность материала, его прочность, предшествующую разрушению.

Истинное сопротивление разрушению (S_k) – истинное напряжение, предшествующее моменту разрушения образца

$$S_k = \frac{P_k}{F_k} ,$$

где P_k – нагрузка, непосредственно предшествующая моменту разрушения, кгс(Н).

F_k – площадь поперечного сечения образца в месте разрушения, мм².

Несмотря на то, что R_{\max} больше R_k , истинное сопротивление разрушению $S_k > \sigma_b$ (предела прочности), поскольку площадь поперечного сечения образца в месте разрушения F_k значительно меньше начальной площади поперечного сечения F_0 .

Для оценки пластичности металла служат **относительное остаточное удлинение образца** при растяжении ($\delta_p, \%$) и **относительное остаточное сужение площади** поперечного сечения образца ($\psi_p, \%$).

Относительное остаточное удлинение $\delta_p, \%$ определяется по формуле:

$$\delta_p = \frac{l_k - l_0}{l_0} 100\%$$

где l_k – рабочая длина образца после испытания, мм;
 l_0 – рабочая длина до испытания, мм.

Относительное остаточное сужение ($\psi_p, \%$) определяется из выражения:

$$\psi_p = \frac{F_0 - F_k}{F_0} 100\%$$

где F_0 – начальная площадь поперечного сечения образца, мм²;
 F_k – площадь сечения образца вместе разрушения, мм².

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Диаграмма растяжения (рис. 1).
4. Определения основных характеристик прочности и пластичности.
5. Выводы.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какими механическими свойствами характеризуются конструкционные материалы?
2. Что такое прочность?
3. Что называется деформацией?
4. Что называется упругой деформацией?
5. Что называется пластической деформацией?
6. Как влияет холодная пластическая деформация на прочность и пластичность?
7. Какие характерные участки можно выделить на диаграмме растяжения?
8. Почему пластическая деформация идет при возрастающей нагрузке?
9. Что такое наклеп?
10. Что такое напряжение?
11. Почему различают истинные и условные напряжения?
12. Что такое условный предел текучести, временное сопротивление и истинное сопротивление разрушению?
13. Какие вы знаете характеристики пластичности?

Практическая работа №3

Тема: Изучение диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов

Цель работы: Изучить диаграмму состояния железоуглеродистых сплавов. Разобраться с превращениями, происходящими в железоуглеродистых сплавах при медленном охлаждении и нагреве.

Материалы: Диаграмма состояния системы Fe – Fe₃C.

1. Основные положения

Диаграмма железоуглеродистых сплавов может быть представлена в двух вариантах: метастабильном, отражающем превращения в системе “железо-карбид железа”, и стабильном, отражающем превращения в системе “железо-графит”. Наибольшее практическое значение имеет диаграмма состояния “железо-карбид железа”, т.к. для большинства технических сплавов превращения реализуются по этой диаграмме.

Карбид железа (Fe₃C) называют *цементитом*, поэтому метастабильную диаграмму железоуглеродистых сплавов называют диаграммой состояния “железо-цементит” (Fe-Fe₃C).

1.1 Компоненты и фазы в железоуглеродистых сплавах

Основными компонентами железоуглеродистых сплавов являются **железо** и **углерод**, которые относятся к полиморфным элементам. В железоуглеродистых сплавах эти элементы взаимодействуют, образуя различные фазы.

Под *фазой* в общем смысле понимается однородная часть системы, имеющая одинаковый химический состав, физические свойства и отделенная от других частей системы поверхностью раздела.

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. Помимо этого он может образовывать с железом химическое соединение. Таким образом, в железоуглеродистых сплавах могут образовываться следующие *фазы*: **жидкий раствор, аустенит, феррит, цементит**.

Аустенит (обозначают А или γ) – твердый раствор внедрения углерода в Fe γ . Имеет ГЦК – решетку, растворяет углерода до 2,14 %, немагнитен, твердость (НВ 160-200).

Феррит (обозначают Ф или α) – твердый раствор внедрения углерода в Fe α . Имеет ОЦК – решетку, растворяет углерода до 0,02 % (727 °С), при 20 °С менее 0,006 %, ферромагнитен до температуры 769 °С, твердость (НВ 80-100).

Цементит (Ц) – химическое соединение железа с углеродом (Fe₃C). Содержит 6,67 % С. При нормальных условиях цементит тверд (НВ 800) и хрупок. Слабо ферромагнитен до 210 °С.

1.2 Превращения в железоуглеродистых сплавах

Диаграмма состояния Fe-Fe₃C (рис. 3.1) показывает фазовый состав и превращения в сплавах с концентрацией от чистого железа до цементита. Превращения в железоуглеродистых сплавах происходит как при кристаллизации (затвердевании) жидкой фазы (Ж), так и в твердом состоянии.

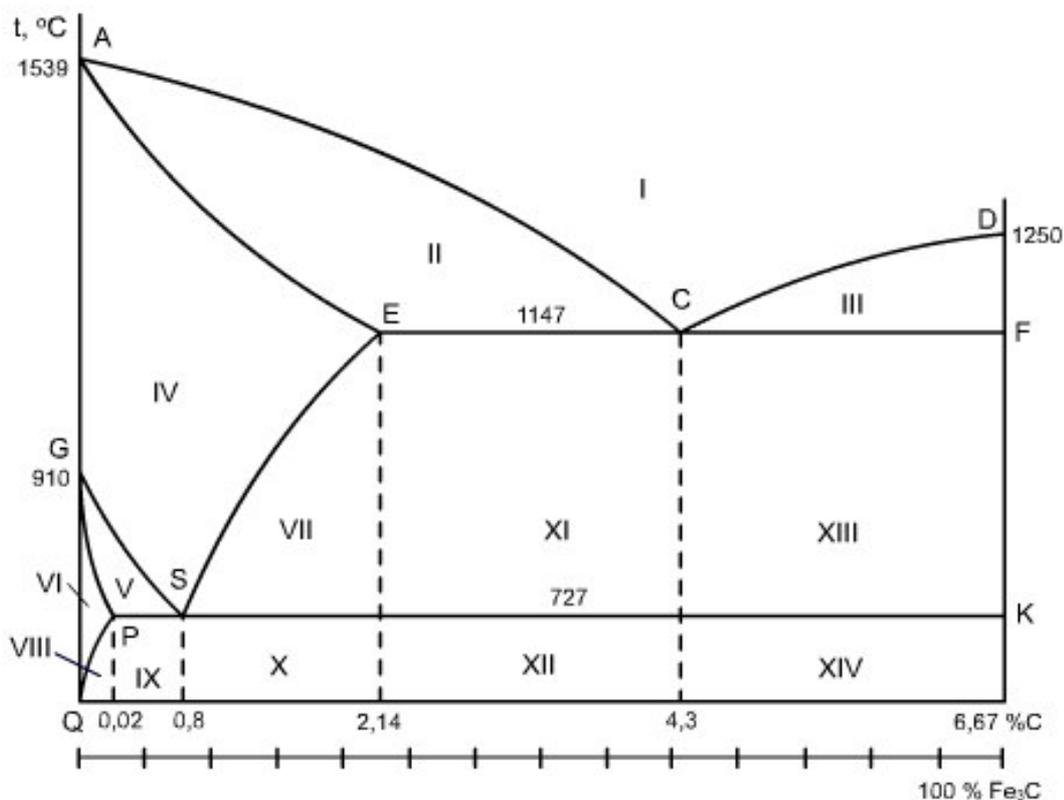


Рисунок 3.1- Диаграмма состояния Fe – Fe₃C (в упрощенном виде).

Первичная кристаллизация идет в интервале температур, ограниченных линиями **ликвидус** (ACD) и **солидус** (AECF).

Вторичная кристаллизация происходит за счет превращения железа одной аллотропической модификации в другую и за счет изменения растворимости углерода в аустените и феррите, которая уменьшается с понижением температуры. Избыток углерода выделяется из твердых растворов в виде цементита. В сплавах системы Fe-Fe₃C происходят следующие изотермические превращения:

Эвтектическое превращение на линии ECF (1147 °C) (*Эвтектикой* называют равномерную мелкодисперсную механическую смесь двух фаз, которые одновременно кристаллизуются из жидкого сплава.)



Эвтектоидное превращение на линии PSK (727 °C) (*Эвтектоид* - это механическая смесь двух фаз, образующаяся из твердого раствора.)



Эвтектическая смесь аустенита и цементита называется **ледебуритом** (Л), а эвтектоидная смесь феррита и цементита – **перлитом** (П).

Ледебурит содержит 4,3 % углерода. При охлаждении ледебурита ниже линий PSK входящий в него аустенит превращается в перлит и при нормальной температуре ледебурит представляет собой смесь перлита и цементита и называется ледебуритом превращенным (Л пр). Цементит в этой структурной составляющей образует сплошную матрицу, в которой размещены колонии перлита. Такое строение ледебурита объясняет его большую твердость (HB 700) и хрупкость.

Перлит содержит 0,8 % углерода. В зависимости от формы частичек цементит бывает пластинчатый и зернистый. Является прочной структурной составляющей с твердостью (HB210).

1.3 Линии диаграммы состояния Fe – Fe₃C

Линии диаграммы представляют собой совокупность критических точек сплавов с различным составом, характеризующих превращения в этих сплавах при соответствующих температурах.

Рассмотрим значение линий диаграммы при медленном охлаждении.

ACD – линия ликвидус. Выше этой линии все сплавы находятся в жидком состоянии.

AECF – линия солидус. Ниже этой линии все сплавы находятся в твердом состоянии.

AC – из жидкого раствора выпадают кристаллы аустенита.

CD – линия выделения первичного цементита.

AE – заканчивается кристаллизация аустенита.

ECF – линия эвтектического превращения.

GS – определяет температуру начала выделения феррита из аустенита (910-727 °C).

GP – определяет температуру окончания выделения феррита из аустенита.

PSK – линия эвтектоидного превращения.

ES – линия выделения вторичного цементита.

PQ – линия выделения третичного цементита.

1.4 Области диаграммы состояния Fe – Fe₃C

Линии диаграммы делят все поле диаграммы на области равновесного существования фаз. Каждой области диаграммы соответствует определенное структурное состояние, сформированное в результате происходящих в сплавах превращений.

I – Жидкий раствор (Ж).

II – Жидкий раствор (Ж) и кристаллы аустенита (А).

III – Жидкий раствор (Ж) и кристаллы цементита первичного (Ц_I).

IV – Кристаллы аустенита (А).

V – Кристаллы аустенита (А) и феррита (Ф).

VI – Кристаллы феррита (Ф).

VII – Кристаллы аустенита (А) и цементита вторичного (Ц_{II}).

VIII – Кристаллы феррита (Ф) и цементита третичного (Ц_{III}).

IX – Кристаллы феррита (Ф) и перлита (П).

X – Кристаллы перлита (П) и цементита вторичного (Ц_{II}).

XI – Кристаллы аустенита (А), ледебурита (Л) и цементита вторичного (Ц_{II}).

XII – Кристаллы перлита (П), цементита вторичного (Ц_{II}) и ледебурита превращенного (Л пр).

XIII – Кристаллы ледебурита и цементита первичного (Ц_I).

XIV – Кристаллы цементита первичного (Ц_I) перлита (П) и ледебурита превращенного (Л пр).

2. Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Диаграмма состояния Fe – Fe₃C с обозначением фаз и структурных составляющих по всем областям диаграммы.
4. Характеристика линий и структурных составляющих железоуглеродистых сплавов.
5. Подробное описание изменений структуры при медленном охлаждении контрольного сплава, который выбирают, согласно своего варианта по таблице 3.1. (Фрагмент диаграммы с контрольным сплавом рис. 3.2).
6. Выводы.
7. Ответы на контрольные вопросы.

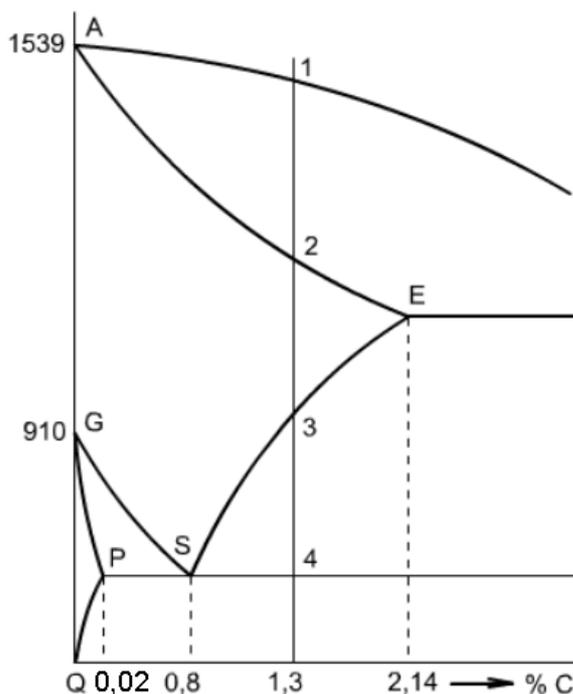


Рисунок- 3.2- Фрагмент диаграммы состояния Fe – Fe₃C с нанесенной ординатой состава сплава, содержащего 1,3 % C.

3. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое фаза?
2. Что такое аустенит?
3. Что такое феррит?
4. Что такое цементит?
5. Какими линиями диаграммы ограничивается температурный интервал первичной кристаллизации?
6. В чем состоит сущность эвтектического превращения?
7. В чем состоит сущность эвтектоидного превращения?
8. Что такое ледебурит?
9. Что такое перлит?
10. На какой линии происходят эвтектические превращения?
11. На какой линии происходят эвтектоидные превращения?
12. Линия выделения первичного цементита?
13. Линия выделения вторичного цементита?
14. Линия выделения третичного цементита?
15. Назовите фазы железоуглеродистых сплавов.
16. Максимальное растворение углерода в Fe α ?
17. Максимальное растворение углерода в Fe γ ?
18. Содержание углерода в цементите?
19. При какой температуре происходит эвтектическое превращение?
20. При какой температуре происходит эвтектоидное превращение?

4. Варианты контрольных сплавов

Таблица 3.1- Содержание углерода в сплаве по вариантам

№ п/п	% C	№ п/п	% C	№ п/п	% C
1	0,2	11	5,1	21	1,2
2	1,1	12	2,8	22	3,5
3	3,0	13	1,1	23	4,3
4	4,3	14	0,45	24	5,5
5	5,0	15	1,7	25	0,15
6	0,02	16	1,0	26	0,8
7	0,35	17	4,5	27	0,9
8	0,8	18	2,7	28	2,4
9	1,3	19	0,7	29	4,7
10	2,5	20	0,4	30	1,2

Практическая работа №4

Тема: Расшифровка различных марок сталей и чугунов

Цель работы: изучение классификации, состава и маркировки сталей и чугунов.

1. Введение

В различных отраслях промышленного производства наибольшее применение получили чёрные металлические сплавы - стали и чугуны.

Сталь - сплав железа (основа) с углеродом (до 2,14%), всегда содержит в определенных количествах постоянные примеси: марганец, кремний, серу, фосфор и газы (кислород, азот, водород).

Чугун - сплав железа с углеродом (более 2,14% до 6,67%). Чугун также содержит постоянные примеси и газы.

И в стали, и в чугуны вводят различные легирующие элементы с целью повышения механических характеристик и получения специальных свойств.

2. Классификация и маркировка сталей

2.1 Стали классифицируют по следующим признакам:

- химическому составу,
- способу производства,
- качеству,
- степени раскисления,
- назначению и структуре.

По химическому составу различают стали *углеродистые и легированные*. Сталь, содержащая железо, углерод и постоянные примеси в количестве до 0,5-0,8%Mn; 0,3-0,4%Si (содержание серы и фосфора определяются качеством стали) называется *углеродистой*.

Если же в процессе выплавки стали к ней добавляют легирующие элементы - хром, никель, ванадий и др., а также марганец и кремний в повышенном количестве по сравнению с углеродистой, то такую сталь называют *легированной*.

Углеродистые стали по содержанию в них углерода подразделяют на низкоуглеродистые (до 0,3 % C), среднеуглеродистые (0,3 - 0,7%С) и высокоуглеродистые (более 0,7 % C).

Легированные стали в зависимости от наличия в них легирующих элементов называют хромистыми, кремнистыми, хромоникелевыми и т.п., а в зависимости от общего содержания легирующих элементов подразделяют на низколегированные - до 3 %, среднелегированные от 3 до 10 % и высоколегированные - более 10 %.

По способу производства различают стали *мартеновские* (выплавка в мартеновских печах) – переработка чугуна, металлического лома и отходов металлургического производства; *бессемеровские* (конвертерные) – выплавляемые в конверторах с продувкой кислородом, однородны по составу, имеют низкое содержание азота, серы и фосфора; *электростали*, выплавляемые в электрических печах, по качеству превосходят все остальные виды и, наконец, *стали особых методов выплавки* (индукционный нагрев, магнитное перемешивание и т.д.).

По качеству стали классифицируют на обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные.

Критерием качества стали является, главным образом, содержание вредных примесей - серы и фосфора. Стали обыкновенного качества содержат до 0,060 % S и 0,070 % P, качественные - до 0,040 % S и 0,035 % P, высококачественные - не более 0,025 % S и 0,025 % P, а особо высококачественные - не более 0,015 % S и 0,025 % P.

Необходимо отметить, что углеродистые стали могут быть обыкновенного качества и качественные, а легированные только качественные или высококачественные (особо высококачественные).

По степени раскисления стали делят на спокойные (сп) - полностью раскисленные ферромарганцем, феррокремнием и алюминием; кипящие (кп) - частично раскисленные только ферромарганцем, в ней сохраняется много окиси железа, которая взаимодействует с углеродом, выделяя газ СО (пузырьки газа создают впечатление "кипения"); полуспокойные (пс) – раскисленные ферромарганцем и алюминием – промежуточное положение между кипящей и спокойной сталями. Степень раскисления стали указывается в конце обозначения марки, например, Ст3кп, БСт2пс, ВСт1сп.

По назначению стали подразделяют на конструкционные (для изготовления деталей машин и конструкций), инструментальные (для различного рода инструмента) и специальные стали с особыми свойствами (с коэффициентом расширения, магнитные и др.).

2.2 Маркировка сталей

Для сталей в России принята буквенно-цифровая маркировка. Цифры и буквы указывают на приблизительный состав стали.

1. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества в соответствии с ГОСТ380-88 поставляют трех групп:

- группа А - с гарантируемыми структурой и механическими свойствами ($\sigma_{в}, \sigma_{т}, \delta$);
- группа Б - с гарантируемым химическим составом, допускается наличие хрома, никеля, меди в количестве не более 0,30 % каждого элемента;
- группа В - с гарантируемыми механическими свойствами и химическим составом.

Маркируют стали обыкновенного качества буквами Ст и условным номером от 0 до 6.

Если сталь относится к группе А, то обозначение группы в марке не указывают: Ст0, Ст1, Ст2...Ст6.

Если сталь относится к группе Б, то в начале марки ставят букву "Б": БСт0, БСт1 ... БСт6.

Стали группы В маркируют: ВСт1, ВСт2 ... ВСт5.

Стали всех групп с номером марок 1 - 4 производят кипящими, полуспокойными и спокойными, а с номерами 5 и 6 - только полуспокойными и спокойными.

Стали обыкновенного качества используют для изготовления листов, полос, прокатных профилей, труб, а также для деталей в мостостроении и судостроении.

2. Углеродистые качественные конструкционные стали (ГОСТ1050-88) обозначают двузначным числом, показывающим среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента.

Например, стали марок 08, 20, 45 содержат в среднем соответственно 0,08%; 0,20%; 0,45% углерода.

Из них может быть изготовлена большая номенклатура деталей от шайб, втулок, шестерён, шпинделей, шатунов до деталей, работающих в условиях трения (рессоры и пружины).

3. Углеродистые качественные инструментальные стали (ГОСТ1435-90) маркируют следующим образом:

впереди ставят букву У, за ней цифру (от 7 до 13), указывающую среднее содержание углерода в десятых долях процента. Например, сталь марки У9 содержит в среднем 0,9 % С; У12 - 1,2 % С и т.д.

Для высококачественных углеродистых инструментальных сталей в конце обозначения марки стали ставят букву А.

Например, У7А, У13А.

Из этих сталей может быть изготовлен режущий инструмент – резцы, напильники и др., работающий с небольшими скоростями резания, а также штампы для холодного деформирования для обработки малопрочных материалов.

4. Легированные конструкционные стали (ГОСТ 4543-71) маркируют двухзначным числом, показывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента, далее следуют буквы и цифры.

Буквы обозначают легирующие элементы (например, Б – ниобий, В – вольфрам, Г – марганец, Д – медь, К – кобальт, М – молибден, Н – никель, Р – бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Ю – алюминий). Цифры после букв показывают примерное содержание соответствующего легирующего элемента в целых процентах. Если цифра после буквы отсутствует, это означает, что содержание данного легирующего элемента в стали составляет примерно 1 %. Для высококачественных сталей в конце обозначения марки ставят букву А. Например, сталь марки 12Х2Н4А содержит в среднем 0,12 % С, ≈ 2 % Cr, ≈ 4 % Ni и является высококачественной.

Конструкционные легированные стали широко применяются в автомобильной промышленности, строительстве и тяжёлом машиностроении для деталей машин и механизмов, работающих в условиях сложного нагружения под действием статических, динамических и знакопеременных нагрузок.

5. Легированные инструментальные стали (ГОСТ 5950-73) маркируют однозначным числом, показывающим среднее содержание углерода в десятых долях процента, далее следуют буквы и цифры.

Принцип обозначения легирующих элементов и их содержание в этих сталях аналогичен с маркировкой конструкционных. Если же сталь начинается с буквы (кроме буквы У), то в стали около 1 % С. Например, сталь марки 9ХС содержит в среднем 0,9 % С, ≈ 1 % Cr, ≈ 1 % Si; сталь марки ХВГ содержит ≈ 1 % С, ≈ 1 % Cr, ≈ 1 % W, ≈ 1 % Mn.

Инструментальные легированные стали применяют для изготовления всех видов инструментов: режущего (резцы, развёртки, протяжки), штампованного (штампы для холодного и горячего деформирования), измерительного (калибры, меры, шаблоны).

6. Специальные стали это высоколегированные стали, в которых содержание легирующих элементов более 10 %, обладающие особыми свойствами,

например, коррозионностойкие стали (ГОСТ 5632-72), обладающие высокой химической стойкостью в агрессивных средах. В состав коррозионностойкой стали обязательно входят хром и никель, причём содержание хрома должно быть более 12 %, а маркировка сохраняет принципы маркировки легированных сталей: сталь марки 17X18H9 содержит 0,17 % С, ≈ 18 % Cr, ≈ 9 % Ni.

Эти стали применяют для изготовления клапанов гидропрессов, лопаток турбин, карбюраторных игл и других деталей машин, подвергающихся действию атмосферных осадков, воды, водных растворов солей и других агрессивных сред при комнатной температуре или до 400⁰ С.

Некоторые специальные стали имеют маркировку, отличающуюся от вышеизложенных правил:

- *углеродистые автоматные стали* (ГОСТ 1414-75) с повышенным содержанием серы и фосфора, а иногда с добавлением небольшого количества Pb, Ca, Mn и др., обладающие хорошей обрабатываемостью резанием, применяют для изготовления деталей на металлорежущих станках-автоматах. Автоматные стали маркируют буквой А и цифрами, указывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента; например, А12 - автоматная сталь с содержанием углерода в среднем 0,12%;

- *шарикоподшипниковые стали* (ГОСТ 801-83) применяют для изготовления подшипников качения и других деталей, работающих в условиях трения, должны обладать высокой контактной прочностью и износостойкостью, содержат около 1 % С с обязательным наличием хрома (0,4-1,9 %). Шарикоподшипниковые стали маркируются буквой “Ш”, далее буква “Х” – хром, содержание которого указывается в десятых долях процента. Из этих сталей изготавливают шарики и ролики подшипников, подшипниковые кольца, корпуса и направляющие;

- *быстрорежущие стали* (ГОСТ 19265-73) применяют для изготовления режущего инструмента (резцы, свёрла, фрезы и т.д.), работающего при высоких скоростях резания. Марки этих сталей обозначают русской буквой Р (rapid - быстрый), а следующая за ней цифра указывает среднее содержание основного легирующего элемента вольфрама в процентах. Например, Р18 - быстрорежущая сталь, содержащая около 1 % С и 18 % W, а также ≈ 4 % Cr и около 2,5 % V, но это не внесено в марку;

- *стали, применяемые для получения отливок* (ГОСТ 977-88), имеют в своем обозначении букву Л. Например, 15Л - сталь для отливок, содержащая в среднем 0,15 % С. Из этих сталей отливают втулки, шестерни и т.д.

3. Классификация и маркировка чугунов

Как уже отмечалось выше, по сравнению со сталью, чугун имеет более высокое содержание углерода (практически от 2 до 4 %). Углерод в чугуне может находиться в двух состояниях: в связанном - в виде химического соединения Fe₃C, которое называется цементит, либо в свободном - в виде графита.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

- *белый чугун*, в котором весь углерод находится в связанном состоянии. Название он получил по цвету излома. Имеет высокую твердость, хрупкость, практически не поддается обработке резанием и поэтому не нашел применения в качестве конструкционного материала и используется для передела в сталь и ковкий чугун;

- *серый чугун*, в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита пластинчатой формы, а остальная часть - в связанном состоянии в виде карбида железа Fe_3C . В изломе имеет темно-серый цвет. Серый чугун маркируется (ГОСТ 1412-85) буквами СЧ с добавлением цифры, которая указывает предел прочности чугуна при растяжении (σ_B). Например, СЧ20 - серый чугун, имеющий $\sigma_B = 200 \text{ МПа}$ или 20 кгс/мм^2 .

Серый чугун широко применяется в машиностроении как конструкционный материал для изготовления станин станков, тормозных барабанов, поршневых колец и т.д.;

- *ковкий чугун*, в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита хлопьевидной формы. Ковкий чугун маркируют (ГОСТ 1215-59) буквами КЧ и двумя числами. Первое обозначает предел прочности при растяжении (σ_B) в кг/мм^2 , второе - относительное удлинение (δ), %. Например, КЧ35-10 - ковкий чугун, имеющий $\sigma_B = 350 \text{ МПа}$ (35 кгс/мм^2) и $\delta = 10\%$;

Ковкие чугуны имеют более высокие характеристики пластичности по сравнению с другими чугунами (но это не значит, что его можно ковать). Применяется ковкий чугун для изготовления деталей, работающих при средних и высоких статических нагрузках (картеры автомобиля, ступицы, кронштейны, муфты и т.д.);

- *высокопрочный чугун*, в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита шаровидной формы. Имеет самые высокие прочностные свойства по сравнению с другими чугунами. Применяется для деталей машин, работающих в тяжелых условиях (в тяжёлом машиностроении – шабот молота, траверс прессы, прокатные валки и т.д.). Высокопрочный чугун маркируется (ГОСТ 7293-85) буквами ВЧ и цифрами, обозначающими предел прочности чугуна при растяжении (σ_B), например, ВЧ50 - высокопрочный чугун, имеющий $\sigma_B = 500 \text{ МПа}$ (50 кгс/мм^2).

4. Порядок выполнения работы

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание по классификации и маркировке сталей и чугунов (табл. 4.1).

2. Расшифровать обозначение каждой марки стали и чугуна.

Указать, какой является сталь по содержанию углерода (низко-, средне- или высокоуглеродистой), по степени легированности (низко-, средне- или высоколегированной), качеству, назначению.

3. Представить преподавателю оформленный отчет по работе и ответить на контрольные вопросы.

4.1 Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.

2. Краткое описание системы классификации и маркировки сталей и чугунов.

3. Результаты выполнения задания.

5. Контрольные вопросы

1. Что такое сталь, чугун и их характеристики?
2. Как классифицируются стали по химическому составу?
3. Как классифицируются стали по содержанию углерода?
4. Как классифицируются стали по степени легированности?
5. Как можно подразделить стали по назначению?
6. Как классифицируются стали по способу производства, степени раскисления?
7. Как маркируются углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества, качественные и высококачественные стали?
8. Как маркируются углеродистые инструментальные стали?
9. Что такое легированная сталь?
10. Как маркируются легированные стали?
11. Что такое белый, серый, высокопрочный и ковкий чугуны, их характеристики, назначение?
12. Как маркируются серые, высокопрочные и ковкие чугуны?
13. В чём заключается основное отличие структуры белых и серых чугунов, причины этого отличия?

Таблица 4.1- Варианты индивидуальных занятий

№ варианта	Марки сплавов для изучения					
1	Ст0;	08кп;	09Г2;	У7;	СЧ10;	40ХЛ;
2	Ст1пс;	10;	09Г2С;	У7А;	15Л;	СЧ15;
3	Ст2кп;	15;	30ХГТ;	У8;	20Л;	СЧ20;
4	Ст3;	20;	12Х2Н4А;	У8А;	25Л;	СЧ25;
5	БСт1кп;	25;	25ХГМ;	У9;	30Л;	СЧ30;
6	БСт2пс;	30;	40ХН;	У9А;	35Л;	СЧ35;
7	БСт3;	35;	38ХМА;	У10;	40Л;	ВЧ40;
8	Ст5;	40;	20Х;	У10А;	ВЧ45;	35ГЛ;
9	Ст6;	45;	12ХН3А;	У12;	ВЧ50;	40ХЛ;
10	БСт3кп;	55;	38ХГН;	У12А;	ВЧ60;	КЧ60-3;
11	ВСт4сп;	60;	30ХГСА;	Р9;	20Х13;	КЧ30-6;
12	БСт5пс;	09Г2;	У7;	12Х18Н9Т;	40Л;	КЧ63-2;
13	ВСт5сп;	14Г2;	ШХ15;	У13;	35Л;	КЧ50-4;
14	БСт6пс;	15ГФ;	ШХ20СГ;	У13А;	30Л;	КЧ45-6;
15	ВСт6;	17ГС;	ШХ15СГ;	Х12М;	12Х13;	КЧ35-10;
16	БСт4;	35ГС;	40ХФА;	ХВГ;	25Л;	КЧ33-8;
17	ВСт1сп;	09Г2С;	50ХФА;	Р18;	СЧ30;	35ГЛ;

18	Ст2пс;	25Г2С;	65;	30Х13;	У13А;	КЧ60-3;
19	Ст4кп;	15Х;	18ХГТ;	60Г;	У13;	КЧ63-2;
20	БСт2кп;	20Х;	15Г;	9ХС;	20Х13;	КЧ50-4;
21	БСт3;	30Х;	70;	50ХФА;	Р9;	КЧ45-6;
22	БСт6пс;	35Х;	60Г;	08Х17Т;	ХВГ;	КЧ35-10;
23	ВСт5сп;	38ХА;	75;	У12;	СЧ10;	40ХЛ;
24	БСт5пс;	40Х;	ШХ15СГ;	70;	08Х18Н10;	КЧ30-6;
25	ВСт4сп;	40Г;	30ХМ;	У10;	40Л;	ВЧ60;
26	БСт3кп;	35ГС;	55С2;	У9А;	12Х18Н9Т;	ВЧ50;
27	Ст6;	60С2;	У9;	Х12Ф1;	25Л;	ВЧ45;
28	Ст5;	09Г2;	12ХН3А;	У9;	35Л;	ВЧ40

Практическая работа №5

Тема: Производство заготовок холодной листовой штамповки

1. Цель и задачи работы

Работа проводится в целях изучения технологического метода получения заготовок и изделий холодной листовой штамповкой. Задачами работы являются:

1. Изучение базовых технологических операций листовой штамповки.
2. Изучение конструкции штампа для получения детали типа 'колпачок' способом холодной листовой штамповки.

2. Виды холодной штамповки

Холодная штамповка - это технологический метод получения детали без её предварительного нагрева за счет пластической деформации всего объема заготовки, либо отдельных её частей. Холодная штамповка подразделяется на объемную и листовую.

Объемной штамповкой изготавливают пространственные детали сложных форм с высокой размерной точностью и шероховатостью поверхности. К холодной объемной штамповке относят следующие технологические процессы? холодное выдавливание, холодная высадка, холодная формовка.

Холодной листовой штамповкой изготавливают пространственные детали из плоских заготовок: листа, полосы, ленты толщиной до 10 мм. Размерный диапазон изделий чрезвычайно широк: от нескольких миллиметров (детали механических часов) до десятков метров (детали самолетов и ракет).

Главной технологической особенностью процессов холодной листовой штамповки является *высокий уровень пластических свойств*

обрабатываемых сплавов: низкоуглеродистых сталей, пластичных легированных сталей, латуней, алюминиевых деформируемых сплавов, титана и др.

3. Операции холодной литовой штамповки

Различают две группы операций холодной листовой штамповки.

Разделительные операции связаны с предварительной разделкой листа, полосы или ленты на технологически необходимые мерные заготовки.

Формообразующие операции определяют способы деформации мерной плоской заготовки, обеспечивающие получение требуемой конфигурации.

К разделительным операциям относятся:

- 1. Отрезка** - отделение части плоской заготовки по незамкнутому контуру. Выполняется на разрезных механических ножницах или отрезных (обрубных) штампах.
- 2. Вырубка** - отделение части заготовки по замкнутому контуру. Выполняется на вырубных штампах.
- 3. Пробивка** - получение отверстий, полостей в штампуемом изделии.
- 4. Надрезка** - неполное отделение части заготовки по незамкнутому контуру.

К формообразующим операциям относятся:

- 1. Гибка** - операция, изменяющая кривизну заготовки практически без изменения её линейных размеров (рис. 5.1а). Минимальный радиус округления пуансона.

$$R_n = (0.25 - 0.3)S$$

где S - толщина листа, мм.

- 2. Вытяжка** без утонения стенки - превращение плоской заготовки в полое пространственное изделие при уменьшении периметра вытягиваемой заготовки при постоянстве исходной толщины листа (рис. 5.1б).

Для предотвращения складок на фланце изделия применяют прижим заготовки. Диаметр заготовки d_3 выбирают из условия:

$$(d_3 - d) > (18 \dots 20)S,$$

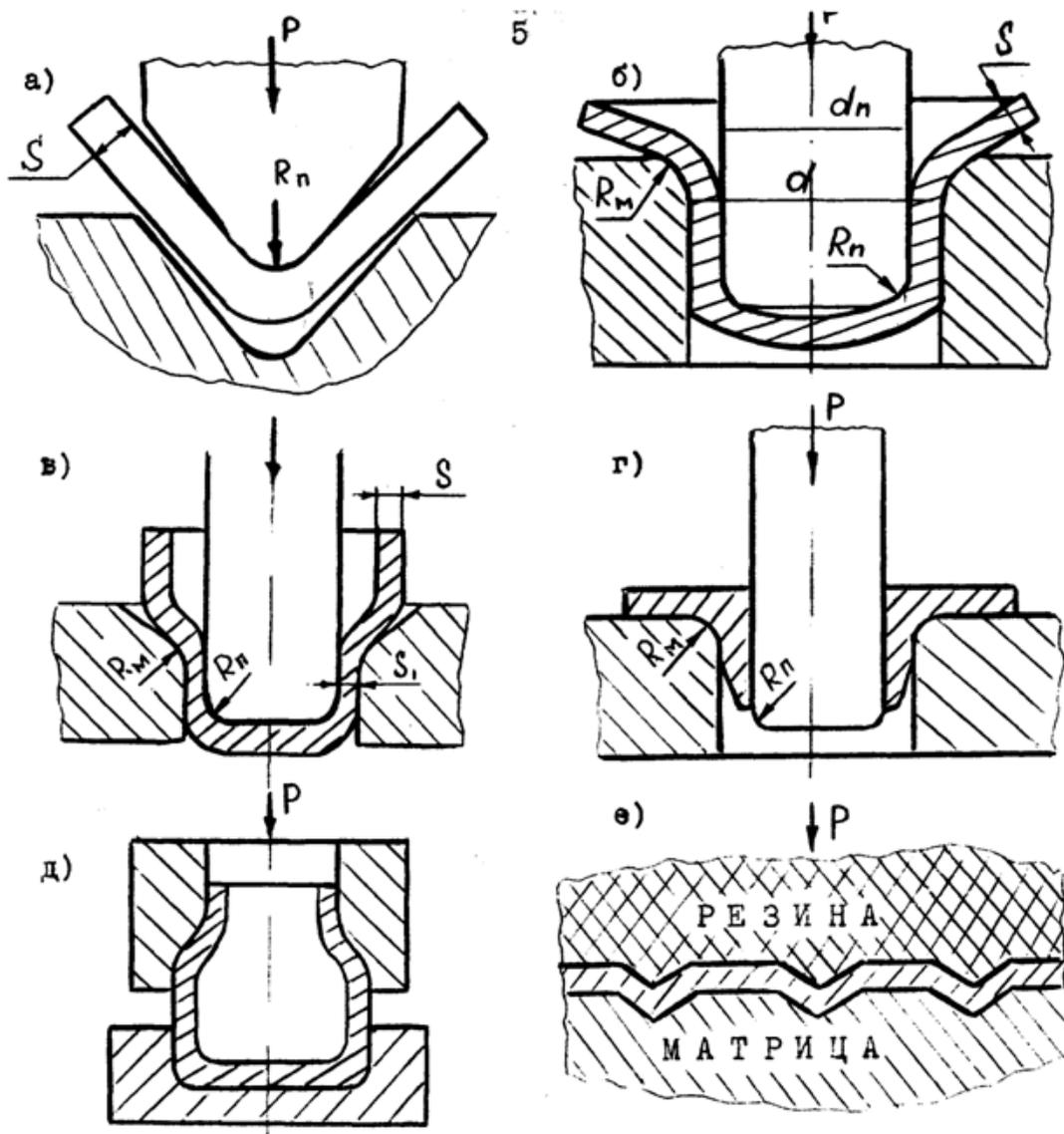
где d - наружный диаметр вытягиваемого изделия, мм.,

Радиусы округления пуансона (R_n) и матрицы (R_m) в штампах для выполнения данной операции должны назначаться из условия:

$$R_n = (4 \dots 6)S, \quad R_m = (5 \dots 10)S$$

Зазор между матрицей и пуансоном Z определяется из соотношения:

$$Z = (1,1 \dots 1,3)S.$$



а) гибка; б) вытяжка без утонения стенки; в) вытяжка с утонением стенки; г) отбортовка; д) обжим; е) формовка

Рисунок 5.1- Операции листовой штамповки

3. Вытяжка с утонением стенки - увеличение длины полой заготовки в основном за счет уменьшения толщины стенки (рис. 5.1в). При этом зазор между пуансоном должен быть $Z=S/(1,5...2)$.

4. Отбортовка - получение бортов (горловин) путем вдавливания центральной части плоской заготовки с предварительно пробитым отверстием в матрицу (рис. 5.1г). Увеличение диаметра отверстия может возрастать в 1,2...1,8 раза.

5. Обжим - операция уменьшения диаметра краевой части полой заготовки в результате вдавливания её в сужающуюся полость матрицы (рис.5.1д). При этом достигается уменьшение диаметра горловины изделия на 20...30 %.

6. Формовка - операция изменения формы заготовки в результате растяжения отдельных её участков при уменьшении толщины листа на этих участках (рис.5.1е). Данной операцией получают ребра жесткости, выступы и т.п.

3. Инструмент и оборудование для холодной листовой штамповки

Перечисленные операции выполняются специальным инструментом - штампом (рис.5.3). Любой штамп состоит из двух важнейших элементов - матрицы и пуансона. Матрица 1 неподвижна и имеет внутреннюю формообразующую поверхность, конфигурация которой соответствует конфигурации детали. Пуансон 2 передает деформирующее усилие от пресса на заготовку и при перемещении деформирует её на рабочей поверхности матрицы.

В штампе возможно конструктивное совмещение нескольких операций. Такие штампы называются многооперационными.

Базовым оборудованием холодной листовой штамповки являются механические кривошипно-шатунные или гидравлические пресса.

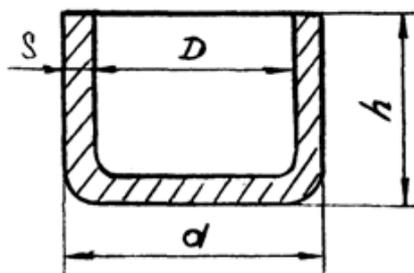


Рисунок 5.2 – Эскиз штампуемой детали

Таблица 5.2 – Исходные данные

Вариант	Толщина листа	Диаметр изделия, d, мм
1	0,5	30
2	0,8	30
3	1,0	32
4	1,2	32

При проведении лабораторной работы получают из листовой стали деталь типа "колпачок" (рис.5.2). Для этой цели используют гидравлический пресс с максимальным усилием прессования 1 МН (10,0 т) (рис.5.3). На матрицу штампа кладут стальной лист и включают механизм движения штока гидроцилиндра. Пуансон входит в матрицу, деформируя заготовку, и последовательно осуществляет операции вырубki и вытяжки без утонения стенки. Формирование внутренней поверхности "колпачка" происходит на цилиндрической оправке 4, запрессованной в корпус штампа. По окончании работы шток перемещается вверх и пресс выключают. С оправки внимают полученное изделие 5 (рис.5.3) и производят контрольные замеры размеров S, D, h, d (рис.5.2).

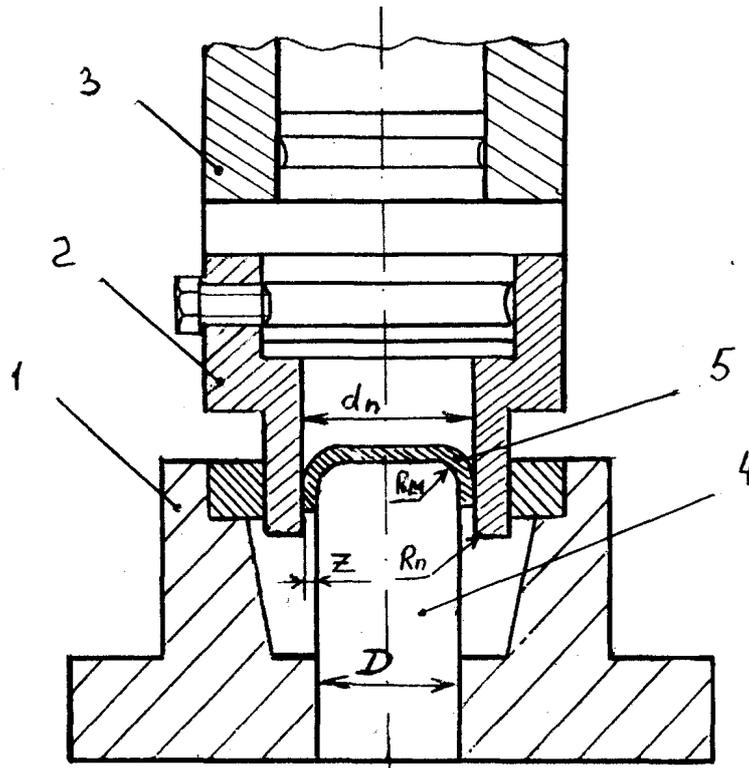


Рисунок 5.3- Схема получения детали «Копачок» методом холодной листовой штамповки

Для штамповки изделий "колпачок" необходимо произвести расчет элементов штампа и усилий при штамповке. Поэтому необходимо рассчитать:

а) диаметр круглой заготовки для вытяжки d_3 , мм;

$$d_3 = (1.8 \dots 2.1)d,$$

б) усилие вырубki заготовки P_B , Н;

$$P_B = \pi d_3 S \sigma_B$$

где σ_B - временное сопротивление материала разрушению при растяжении (предел прочности), МПа (табл. 5.2);

в) усилие вытяжки P , Н;

$$P = 0.6 \pi S (d_3 - d) \sigma_B$$

г) радиусы округлений оправки R_m , пуансона R_n и зазор между оправкой и пуансоном Z , мм;

д) внутренний диаметр пуансона d_n

$$d_n = D + 2Z$$

Необходимые данные для расчетов приведены в табл.5.1 и 5.2.

Таблица 5.2

Материал	Предел прочности, σ_b , Мпа	Материал	Предел прочности, σ_b , Мпа
Ст 2 кп	320	Сталь 08	325
Ст 2 пс	340	Сталь 10	335
Ст 3 кп	360	Сталь 15	345
Ст 3Г пс	380	Сталь 25	410
Ст 4 кп	510	Сталь 35	530
Ст 5 пс	550	Сталь 45	600
Ст 6 пс	590	Сталь 55	655

4. Содержание отчета

В отчете по лабораторной работе должны быть следующие разделы:

- 1) теоретический;
- 2) расчетный.

В первом разделе дается краткое описание холодной штамповки, основных операций листовой штамповки.

Во втором разделе приводится схема получения детали «колпачок», дается описание штампа, расчет элементов штампа и усилий при штамповке, эскиз детали с размерами, а также приводится сравнительный анализ конструкторских размеров и фактически полученных после штамповки.

5. Контрольные вопросы

1. Дать определение понятиям "деформация, упругая деформация, пластическая деформация".
2. Перечислите основные способы обработки металлов давлением.
3. Как изменяются структура и свойства металла после деформации в холодном состоянии?
4. Холодная листовая штамповка и области её применения.
5. Технологические операции холодной листовой штамповки.
6. Назвать элементы штампа, предназначенного для изготовления детали "колпачок".
7. Порядок расчета параметров холодной листовой штамповки.

2. Самостоятельная работа

Значение самостоятельной работы в овладении знаниями и умениями по учебной дисциплине:

- экономия учебного времени;
- самостоятельная поэтапная отработка учебных элементов;
- воспитание сознательного отношения студента к учебному процессу;
- развитие практических умений;
- развитие познавательных способностей;
- совершенствование самоорганизации студента;
- формирование умений использовать информационные источники: справочную и специальную литературу.

Перечень тем для внеаудиторной самостоятельной работы

Вопросы для самостоятельного изучения	Кол-во часов	Вид внеаудиторной самостоятельной работы
Способы производства чугуна и стали	2	подготовить сообщение
Никель, титан и сплавы на их основе. Маркировка, свойства и применение.	2	подготовить презентацию

2.1 Методические рекомендации к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint. Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов - то есть электронных страничек, занимающих весь экран монитора (без присутствия панелей программы). Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал. Количество слайдов адекватно содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

Первый слайд обязательно должен содержать Ф.И.О. студента, название учебной дисциплины, тему презентации, Ф.И.О. преподавателя. Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1 стратегия: на слайды выносятся опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2 стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

– выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т.д.) соответствуют содержанию;

– использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации);

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Последний слайд должен быть повторением первого. Это дает возможность еще раз напомнить слушателям тему выступления и имя докладчика и либо перейти к вопросам, либо завершить выступление.

Оформление презентации

Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Оформление слайдов не должно отвлекать от его содержания. Нежелательны звуковые эффекты в ходе демонстрации презентации. Наилучшими являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации. Рекомендуются не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

Неконтрастные слайды будут смотреться тусклыми и невыразительными, особенно в светлых аудиториях.

Для лучшей ориентации в презентации по ходу выступления лучше пронумеровать слайды. Желательно, чтобы на слайдах оставались поля, не менее 1 см с каждой стороны.

Вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должны преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями).

Использовать встроенные эффекты анимации можно только, когда без этого не обойтись (например, последовательное появление элементов диаграммы).

Для акцентирования внимания на какой-то конкретной информации слайда можно воспользоваться лазерной указкой.

Диаграммы готовятся с использованием мастера диаграмм табличного процессора MS Excel. Для ввода числовых данных используется числовой формат с разделителем групп разрядов. Если данные (подписи данных) являются дробными числами, то число отображаемых десятичных знаков должно быть одинаково для всей группы этих данных (всего ряда подписей данных). Данные и подписи не должны накладываться друг на друга и сливаться с графическими элементами

диаграммы. Структурные диаграммы готовятся при помощи стандартных средств рисования пакета MSOffice. Если при форматировании слайда есть необходимость пропорционально уменьшить размер диаграммы, то размер шрифтов реквизитов должен быть увеличен с таким расчетом, чтобы реальное отображение объектов диаграммы соответствовало значениям, указанным в таблице. В таблицах не должно быть более 4 строк и 4 столбцов — в противном случае данные в таблице будут просто невозможно увидеть. Ячейки с названиями строк и столбцов и наиболее значимые данные рекомендуется выделять цветом.

Табличная информация вставляется в материалы как таблица текстового процессора MSWord или табличного процессора MSExcel. При вставке таблицы как объекта и пропорциональном изменении ее размера реальный отображаемый размер шрифта должен быть не менее 18. Таблицы и диаграммы размещаются на светлом или белом фоне.

Для показа файл презентации необходимо сохранить в формате «Демонстрация PowerPoint» (Файл — Сохранить как — Тип файла — Демонстрация PowerPoint). В этом случае презентация автоматически открывается в режиме полноэкранного показа (slideshow) и слушатели избавлены как от вида рабочего окна программы PowerPoint, так и от потерь времени в начале показа презентации.

Выполненную работу сдать к указанному сроку.

Критерии оценивания презентации

Оценка «5» - ставится, если содержание презентации соответствует заданной теме, которая раскрыта в полном объеме, соблюдены требования к оформлению презентации.

Оценка «4»— основные требования к оформлению презентации соблюдены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; имеются упущения в оформлении.

Оценка «3»— имеются существенные отступления от требований к оформлению слайдов. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании презентации.

Оценка «2» – тема презентации не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

2.2 Методические рекомендации по составлению сообщения

Регламент устного публичного выступления – не более 10 минут.

Искусство устного выступления состоит не только в отличном знании предмета речи, но и в умении преподнести свои мысли и убеждения правильно и упорядоченно, красноречиво и увлекательно.

Любое устное выступление должно удовлетворять трем основным критериям, которые в конечном итоге и приводят к успеху: это критерий правильности, т.е. соответствия языковым нормам, критерий смысловой адекватности, т.е. соответствия содержания выступления реальности, и критерий эффективности, т.е. соответствия достигнутых результатов поставленной цели.

Работу по подготовке устного выступления можно разделить на два основных этапа: докоммуникативного этапа (подготовка выступления) и коммуникативный этап (взаимодействие с аудиторией).

Работа по подготовке устного выступления начинается с формулировки темы, которая не должна быть перегруженной, нельзя "объять необъятное", охват большого количества вопросов приведет к их беглому перечислению, к декларативности вместо глубокого анализа. Неудачные формулировки - слишком длинные или слишком краткие и общие, очень банальные и скучные, не содержащие проблемы, оторванные от дальнейшего текста и т.д.

Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

Вступление включает в себя представление авторов (фамилия, имя отчество), название сообщения, расшифровку подзаголовка с целью точного определения содержания выступления, четкое определение стержневой идеи, которая дает возможность задать определенную тональность выступлению.

Требования к сообщению:

- фраза должна утверждать главную мысль и соответствовать цели выступления;

- суждение должно быть кратким, ясным, легко удерживаться в кратковременной памяти;

- мысль должна пониматься однозначно, не заключать в себе противоречия.

В речи может быть несколько стержневых идей, но не более трех.

Цифровые данные для облегчения восприятия лучше демонстрировать посредством таблиц и графиков, а не злоупотреблять их зачитыванием. Лучше всего, когда в устном выступлении количество цифрового материала ограничено, на него лучше ссылаться, а не приводить полностью, так как обилие цифр скорее утомляет слушателей, нежели вызывает интерес.

План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров.

В выступлении принято такое употребление форм слов: чаще используются глаголы настоящего времени во «вневременном» значении, возвратные и безличные глаголы, преобладание форм 3-го лица глагола, форм несовершенного вида, используются неопределенно-личные предложения.

Самые частые ошибки в основной части доклада - выход за пределы рассматриваемых вопросов, перекрывание пунктов плана, усложнение отдельных положений речи, а также перегрузка текста теоретическими рассуждениями, обилие затронутых вопросов, отсутствие связи между частями выступления, несоразмерность частей выступления (затянутое вступление, скомканность основных положений, заключения).

В заключении необходимо сформулировать выводы, которые следуют из основной идеи (идей) выступления. Правильно построенное заключение способствует хорошему впечатлению от выступления в целом. В заключении имеет смысл повторить стержневую идею и, кроме того, вновь (в кратком виде) вернуться к тем моментам основной части, которые вызвали интерес слушателей. Закончить выступление можно решительным заявлением. Вступление и заключение требуют обязательной подготовки, их труднее всего создавать на ходу.

При подготовке к выступлению необходимо выбрать способ выступления: устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды) или чтение подготовленного текста. Заранее написанный текст значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Бесстрастная вялая речь не вызывает отклика у слушателей, какой бы интересной и важной темы она ни касалась. Яркая, энергичная речь, отражающая увлеченность оратора, его уверенность, обладает значительной внушающей силой.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные. Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы.

Особое место в презентации проекта занимает обращение к аудитории. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными».

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Оценка сообщения

Оценка «5» - тема сообщения раскрыта полностью; в логических рассуждениях и высказываниях нет ошибок, речь четкая и грамотная, есть презентация, рассказывает сам обучающийся;

Оценка «4» - сообщениераскрытополностью, но есть неточности и ошибки;

Оценка «3» - читает по тетради, не ориентируется в материале, есть хронологические ошибки.

Оценка «2» - сообщение не готово.

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение

3.1 Основная литература

1 Черепяхин, А.А., Материаловедение [Текст] : учебник / А.А. Черепяхин. - Москва : Академия, 2018. - 384 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 377. - ISBN 978-5-4468-5722-7.

3.2 Интернет - ресурсы

1 <http://rykovodstvo.ru>

2 <https://refdb.ru/>

3.3 Дополнительные источники

1. Стуканов В.А., Материаловедение : учеб.пособие / В.А. Стуканов. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. — 368 с. — (Профессиональное образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/610454>

2. Технология конструкционных материалов : учеб.пособие / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин, В.А. Кузнецов, А.В. Шлыкова, В.В. Пыжов ; под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепяхина. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. — 272

с. — (Среднее профессиональное образование). - Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog/product/754625>