

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«БРАТСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТЕХНИКУМ»

Практикум по материаловедению

Методические рекомендации для обучающихся по программе подготовки квалифицированных рабочих по профессии 190629.01 Машинист дорожных и строительных машин

Автор разработки:
Гаськова Т.И., преподаватель БПромТ

Сборник описаний лабораторных и практических работ

Материаловедение

- Лабораторная работа № 1 «Выбор материалов на основе их испытаний»**
- Практическая работа №2 «Построение кривой охлаждения для заданного железоуглеродистого сплава с последующим анализом структурных превращений»**
- Практическая работа № 3 «Определение основных свойств чугунов по их маркам»**
- Практическая работа № 4 «Определение основных свойств углеродистых сталей по их маркам»**
- Практическая работа № 5 «Определение основных свойств легированных сталей по их маркам»**
- Практическая работа № 6 «Применение методов термической обработки материалов»**
- Практическая работа № 7 «Определение основных свойств сплавов цветных металлов по их маркам»**
- Практическая работа № 8 «Выбор материала для деталей машин на основе анализа их свойств»**
- Практическая работа № 9 «Выбор режимов резания»**

Братск 2014

Материаловедение. Сборник описаний лабораторных и практических работ / Братск:
ГБПОУ БПромТ. 2014. 34 стр

Составитель Т.И.Гаськова

Практикум содержит, теоретические материалы, инструктивные карты, формы отчета, необходимые для выполнения лабораторных работ по материаловедению

Практикум предназначен для обучающихся по программе подготовки квалифицированных рабочих по профессии 190629.01 Машинист дорожных и строительных машин

Настоящая разработка рассмотрена цикловой комиссией общеобразовательных дисциплин

Протокол № _____ от « ____ » _____ 2014 г.

Председатель ЦК Гаськова Т.И.

Рецензенты:

Согласовано:

Е. В. Тилькунова, зам. директора по УМР _____

© Гаськова Т.И.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 «Выбор материалов на основе их испытаний»

Практическая работа №2 «Построение кривой охлаждения для заданного железоуглеродистого сплава с последующим анализом структурных превращений»

Практическая работа № 3 «Определение основных свойств чугунов по их маркам»

Практическая работа № 4 «Определение основных свойств углеродистых сталей по их маркам»

Практическая работа № 5 «Определение основных свойств легированных сталей по их маркам»

Практическая работа № 6 «Применение методов термической обработки материалов»

Практическая работа № 7 «Определение основных свойств сплавов цветных металлов по их маркам»

Практическая работа № 8 «Выбор материала для деталей машин на основе анализа их свойств»

Практическая работа № 9 «Выбор режимов резания»

Лабораторная работа №1

ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ИХ ИСПЫТАНИЙ

1.1 Цели работы

1. Научиться определять свойства металлов и сплавов по результатам испытаний.

1.2 Оборудование

Детали машин и механизмов и инструменты, справочные таблицы, лабораторное оборудование

1.3 Краткие теоретические сведения

Выбор материала для какой-либо определенной цели делают на основе его механико-технологических, физических и химических свойств. Контролировать эти свойства необходимо как в процессе изготовления, так и в ходе эксплуатации для выявления недопустимых изменений, а в случае повреждения изделия – определять его причину.

Механические и технологические методы испытаний используются для исследования прочности, деформируемости, пластичности, вязкости и характера разрушения изделия. К этой же группе относят определение свойств поверхности, например, твердости и сопротивления износу.

Статические испытания на растяжение. Из всех способов механических испытаний наибольшее распространение имеют испытания на растяжение. Качественное сравнение материалов производят по диаграммам напряжение – относительное удлинение. По ним видно различие материалов по характеристикам прочности и пластичности.

Характеристики прочности играют существенную роль при определении геометрических размеров статически нагруженных элементов несущих конструкций. Модуль упругости определяет жесткость строительных сооружений и геометрическую устойчивость деталей механизмов и машин, а также находит применение при выборе коэффициента запаса. Характеристика пластичности используется в качестве показателя, определяющего в какой-то мере вероятность хрупкого разрушения, а также для оценки обрабатываемости материалов.

Определение твердости. В технике наиболее часто понятие «твердость» определяют как сопротивление, оказываемое телом при внедрении в него другого, более твердого тела.

Методы измерения твердости отличаются друг от друга формой индентора (шарик, пирамида, конус), его материалом (закаленная сталь, твердый сплав, алмаз) и величиной приложенной нагрузки (измерение при больших нагрузках – макротвердости, твердости при малых нагрузках – микротвердости), а также способом выражения характеристик твердости.

К испытаниям макротвердости относят способы определения твердости по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу. Получившийся большой отпечаток выбирают в качестве параметра макротвердости, характерного для структуры в целом.

1.4 Порядок выполнения работы

1. Изобразить схему испытания на приборе Бринелля и схему измерения диаметра отпечатка (рис. 1.1).
2. Используя таблицу 1.2 «Результаты измерений твердости на приборе Бринелля» внести результаты испытаний, приведенные для вашего варианта, в таблицу 1.1 «Результаты измерений и расчетов»

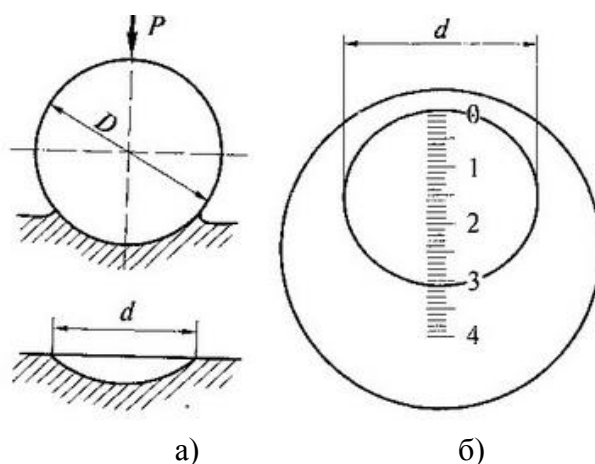


Рисунок 1.1 - Схема испытания на приборе Бринелля(а) и схему измерения диаметра отпечатка(б)

Таблица 1.1 - Результаты измерений и расчетов

№ варианта	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка P, Н (кгс)	Измерения диаметра отпечатка d, мм	Среднее значение диаметра отпечатка d, мм	Число твердости НВ	
					По таблице	По расчету

3. Произвести расчет твердости

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Таблица 1.2 Результаты измерений твердости на приборе Бринелля

№ варианта	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка P, Н (кгс)	Измерения диаметра отпечатка d, мм		
			1	2	3
1	1	30	0,313	0,315	0,320
2	1	30	0,323	0,321	0,326
3	1	30	0,326	0,330	0,323
4	1	30	0,344	0,339	0,340
5	1	30	0,345	0,348	0,346
6	1	30	0,363	0,357	0,360
7	1	30	0,366	0,361	0,359
8	1	30	0,380	0,386	0,385
9	1	30	0,395	0,399	0,391
10	1	30	0,412	0,404	0,399
11	10	3000	2,401	2,409	2,420
12	10	3000	2,630	2,651	2,657
13	10	3000	3,456	3,501	3,485
14	10	3000	3,987	4,152	4,203
15	10	3000	5,234	5,360	5,346
16	10	3000	6,025	5,870	5,924
17	10	3000	4,576	4,612	4,487

18	10	3000	5,123	5,078	5,220
19	10	3000	4,382	4,350	4,400
20	10	3000	3,185	3,206	3,210
21	10	1000	4,412	4,399	4,391
22	10	1000	2,651	2,420	2,630
23	10	1000	5,360	5,397	5,520
24	10	1000	2,461	2,649	2,566
25	10	1000	4,152	3,986	4,087
26	10	1000	3,210	3,425	3,333
27	10	1000	5,870	5,934	5,822
28	10	1000	3,485	3,327	3,923
29	10	1000	2,657	2,521	2,582
30	10	1000	5,873	5,726	5,804

4. Изобразить образец для испытаний на разрывной машине до и после испытания

5. Внести результаты испытаний, полученные по диаграмме растяжения (Рис.1.2) в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Результаты измерений и вычислений

Длина образца до испытания l_0 , мм	Длина образца после разрыва l , мм	Относительное удлинение δ , %	Предел текучести σ_{δ} , МПа	Предел прочности σ_A , МПа
100	120			

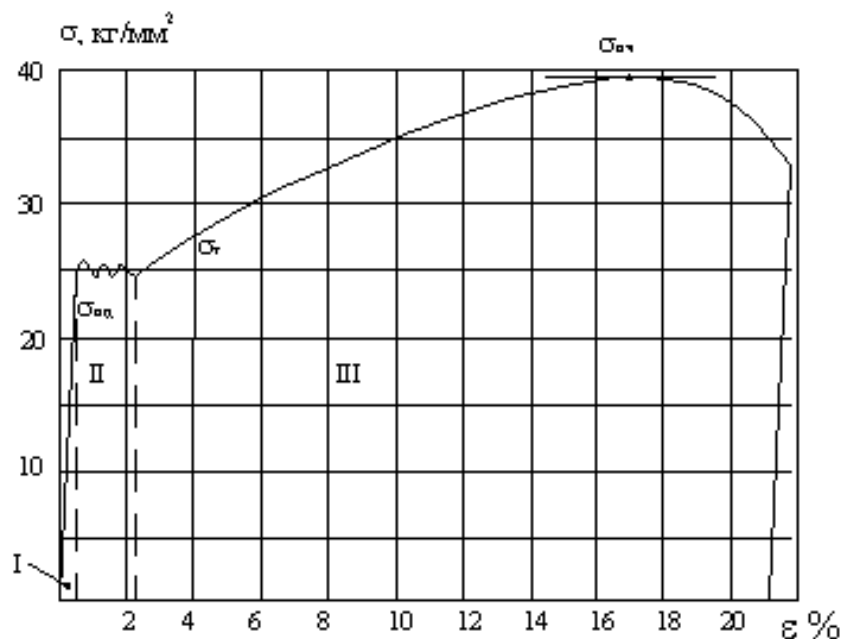


Рисунок 1.2 - Диаграмма растяжения

6. Произвести расчет относительного удлинения по формуле

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

7. Сформулировать вывод

1.5 Содержание отчета

1. Название работы.

2. Цель работы.
3. Схема испытания
4. Таблица 1.1
5. Расчеты
6. Таблица 1.2
7. Вывод.

1.6 Контрольные вопросы

1. Назовите основные характеристики механических свойств металлов.
2. Назовите группы испытаний механических свойств металлов.
3. В чем состоит суть испытания на растяжение?
4. Что такое вязкость и пластичность твердых тел?
5. Что такое твердость?
6. Чем пользуются при определении твердости по Бринеллю?

Практическая работа №2 ПОСТРОЕНИЕ КРИВЫХ ОХЛАЖДЕНИЯ

2.1 Цели работы

Научиться строить кривую охлаждения железоуглеродистого сплава с определенным содержанием углерода по диаграмме состояния сплавов; пояснять структурные превращения для заданного сплава в критических точках кривой охлаждения.

2.2 Краткие теоретические сведения

Для определения температурных интервалов, видов термической обработки, температуры плавления и заливки сплава в литейные формы пользуются специальными диаграммами состояния сплавов.

Диаграмма состояния сплавов - графическое изображение фазового состояния сплавов в зависимости от температуры и концентрации компонентов.

Для построения диаграмм состояния сплавов используют множество кривых охлаждения сплавов с различными концентрациями компонентов в зависимости от температуры и времени охлаждения. Однотипные критические точки (например, соответствующие температурам плавления сплавов) кривых охлаждения соединяют линией. Замкнутая область на диаграмме состояния, ограниченная линиями, имеет однотипную структуру.

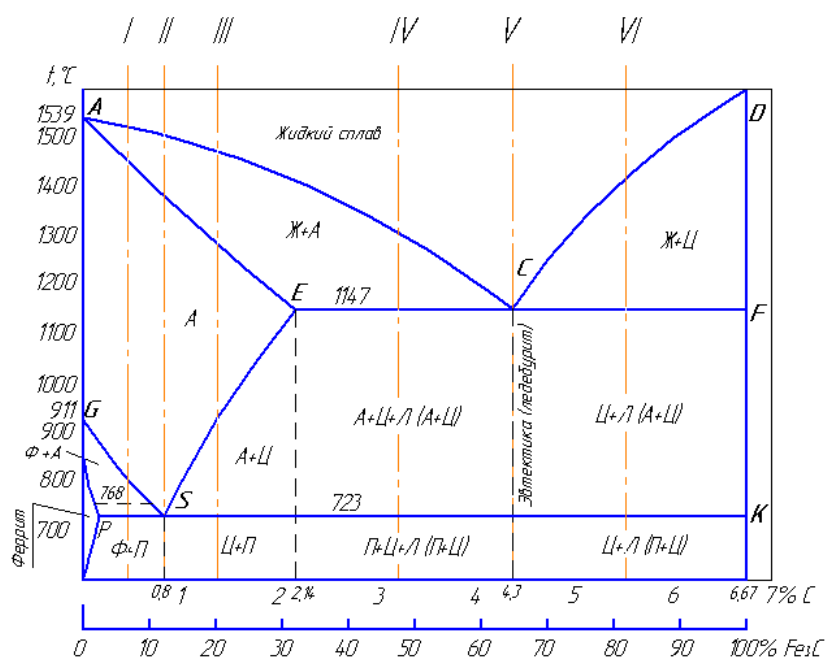


Рис.1. Диаграмма состояния сплавов Fe – Fe₃C

Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов (рис.1):

Феррит (Ф) - твердый раствор внедрения углерода в α-железе. Наибольшая растворимость углерода в феррите 0,02 % при 727°C. Феррит имеет незначительную твёрдость (НВ 80 - 100) и прочность ($\sigma_b=250$ МПа), но высокую пластичность ($\delta=50$ %; $\Psi=80$ %).

Аустенит (А) - твердый раствор внедрения углерода в γ-железе. Существует только при высоких температурах. Предельная растворимость углерода в γ-железе 2,14 % при температуре 1147°C и 0,8 % при 727°C. Аустенит имеет твёрдость НВ 160 - 200 и пластичность $\delta=40$ - 50 %

Цементит (Ц) - химическое соединение железа с углеродом (карбид железа Fe₃C). В цементите содержится 6,67% углерода. Температура плавления цементита около 1600°C. Имеет сложную кристаллическую решетку. Самая твердая (НВ~800) и хрупкая составляющая железоуглеродистых сплавов.

Перлит - механическая смесь феррита и цементита, содержащая 0,8% углерода. Образуется при перекристаллизации (распаде) аустенита при температуре 727°C. Этот распад называется *эвтектоидным*, а перлит - *эвтектоидом*, т.е. подобный эвтектике, но образующийся из твёрдой фазы. При комнатной температуре перлит имеет предел прочности $\sigma_b=800$ МПа; относительное удлинение $\delta=15$ %; твёрдость НВ 160.

Ледебурит - механическая смесь (эвтектика) аустенита и цементита, содержащая 4,3 % углерода. Ледебурит образуется при затвердевании жидкого расплава при 1147°C. Ледебурит имеет твёрдость НВ 600 - 700 и большую хрупкость. Поскольку при температуре 727°C аустенит превращается в перлит, то при более низких температурах ледебурит представляет собой уже смесь перлита и цементита.

2.3 Задание на практическую работу

1. По диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов (рис.4) построить кривую охлаждения для сплава с указанным в таблице 1 содержанием углерода.

2. Провести анализ структурных превращений для заданного сплава в критических точках кривой охлаждения.

Таблица 1.1

Вариант	Содержание углерода в сплаве	Вариант	Содержание углерода в сплаве
1	0,2	16	0,5
2	0,6	17	0,8
3	1	18	1,2
4	1,4	19	1,8
5	2	20	2,5
6	3	21	3,5
7	4	22	4,5
8	5	23	1,2
9	2,6	24	1,5
10	1,6	25	2,4
11	2,8	26	3,2
12	3,4	27	3,6
13	3,8	28	4,3
14	0,7	29	0,9
15	1,1	30	1,3

2.4 Пример выполнения работы

По диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов (рис. 4) построить кривую охлаждения для сплава с содержанием углерода 5,5 % с последующим анализом структурных превращений.



Для заданного сплава по диаграмме состояния критические точки будут при температурах 1420, 1147 и 727°C

Данный сплав представляет собой заэвтектический чугун.

При температурах выше 1420°C сплав находится в жидком состоянии. При температуре 1420°C в сплаве начинают образовываться твердые частицы первичного цементита.

При температуре 1147°C сплав полностью переходит в твердое состояние. Структура состоит из включений цементита и эвтектики (ледебурита), который представляет собой механическую смесь аустенита и цементита.

При температуре 727°C аустенит перекристаллизуется в перлит, поэтому структура

сплава при более низких температурах состоит из включений первичного цементита и ледебурита, представляющего собой механическую смесь перлита и цементита.

2.5 Содержание отчета

8. Название практической работы.
9. Цель работы.
10. Задание.
11. Кривая охлаждения.
12. Название данного сплава.
13. Анализ структурных превращений в критических точках кривой охлаждения.

2.6 Контрольные вопросы

1. Дайте определение следующим терминам:
 - структура;
 - кривая охлаждения;
 - критическая точка;
 - диаграмма состояния сплавов;
 - солидус;
 - ликвидус;
2. Какие структурные составляющие могут присутствовать в железоуглеродистых сплавах и что они собой представляют?
3. Как построить диаграмму состояния сплавов?
4. Что можно узнать по диаграмме состояния сплавов?

Практическая работа № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ЧУГУНОВ ПО ИХ МАРКАМ

3.1. Цели работы

Научиться определять свойства, химический состав, структуру и назначение чугунов по их маркам.

3.2 Краткие теоретические сведения

Чугун — сплав Fe (основа) с C (обычно 2...4 %), содержащий постоянные примеси (Si, Mn, S, P), а иногда и легирующие элементы (Cr, Ni, V, Al и др.); как правило, хрупок.

Углерод в чугуне может находиться в виде цементита, графита или одновременно в виде цементита и графита. Механические свойства литейных чугунов зависят от свойств металлической основы и, главным образом, от количества, формы и размеров графитных включений. Перлитная основа обеспечивает наибольшие значения показателей прочности и износостойкости.

Чугуны с графитом в зависимости от формы последнего разделяют на серые, ковкие и высокопрочные. Серыми называют чугуны, в структуре которых графит имеет пластинчатую форму. В ковких чугунах графит имеет хлопьевидную форму, в высокопрочных чугунах — шаровидную.

Серые чугуны

Структура серого (литейного) чугуна состоит из металлической основы с графитом пластинчатой формы, вкрапленным в эту основу. Марки серых чугунов согласно ГОСТ 1412—85 состоят из букв «СЧ» и цифр, соответствующих минимальному пределу прочности при растяжении σ_B , МПа / 10. Чугун СЧ10 — ферритный; СЧ15, СЧ18, СЧ20 — ферритно-перлитные чугуны, начиная с СЧ25 — перлитные чугуны.

На долю серого чугуна с пластинчатым графитом приходится около 80 % общего производства чугунных отливок. Серые чугуны обладают высокими литейными качествами (жидкотекучесть, малая усадка, незначительный пригар металла к форме и др.), хорошо обрабатываются и сопротивляются износу, однако из-за низких прочности и пластических свойств в основном используются для неотчетственных деталей. В станкостроении серый чугун является основным конструкционным материалом (станины станков, столы и верхние салазки, колонки, каретки и др.); в автомобилестроении из ферритно-перлитных чугунов делают картеры, крышки, тормозные барабаны и др., а из перлитных чугунов — блоки цилиндров, гильзы, маховики и др. В строительстве серый чугун применяют, главным образом, для изготовления деталей, работающих при сжатии (башмаков, колонн), а также санитарно-технических деталей (отопительных радиаторов, труб). Значительное количество чугуна расходуется для изготовления тубингов, из которых сооружается туннель метрополитена. Из серого чугуна, содержащего фосфор (0,5 %), изготавливают архитектурно-художественные изделия.

Ковкие чугуны

Ковкие чугуны с хлопьевидной формой графита получают из белых доэвтектических чугунов, подвергая их специальному графитизирующему отжигу.

Ковкие чугуны с перлитной металлической основой обладают высокими твердостью (235...305 НВ) и прочностью ($\sigma_B = 650...800$ МПа) в сочетании с небольшой пластичностью ($\delta = 3,0...1,5$ %). Ковкий ферритный чугун характеризуется высокой пластичностью ($\delta = 10...12$ %) и относительно низкой прочностью ($\sigma_B = 370...300$ МПа).

Ковкие чугуны согласно ГОСТ 1215—79 маркируются двумя буквами (КЧ — ковкий чугун) и двумя группами цифр. Первые две цифры в обозначении марки соответствуют минимальному пределу прочности при растяжении (σ_B , МПа / 10, цифры после тире — относительному удлинению при растяжении, Чугуны марок КЧ30—6, КЧ33—8, КЧ35—10,

КЧ37—12, имеющие повышенное значение удлинения при растяжении, относятся к ферритным, а марок КЧ45—7, КЧ50—5, КЧ55—4, КЧ60—3, КЧ65—3, КЧ70—2, КЧ80—1.5 — к перлитным чугунам.

Ковкие чугуны, обладая высокими пластическими свойствами, находят применение при изготовлении разнообразных тонкостенных (до 50 мм) деталей, работающих при ударных и вибрационных нагрузках, — фланцы, муфты, картеры, ступицы и др. Масса этих деталей — от нескольких граммов до нескольких тонн.

Высокопрочные чугуны

Высокопрочный чугун (ЧШГ — чугун с шаровидным графитом) получают модифицированием жидкими присадками (магния церия, иттрия и некоторых других элементов). При этом перед вводом модификаторов необходимо снизить содержание серы до 0,02...0,03 %.

Рекомендуемый химический состав высокопрочного чугуна (2,7...3,7 % С; 0,5...3,8 % Si) выбирается в зависимости от толщины стенок отливки (чем тоньше стенка, тем больше углерода и кремния).

Структура высокопрочного чугуна состоит из металлической основы (феррит, перлит) и включений графита шаровидной формы. Шаровидный графит, имеющий минимальную поверхность при данном объеме, значительно меньше ослабляет металлическую основу, чем пластинчатый графит, и не является активным концентратором напряжений. Ферритные чугуны имеют $\sigma_{\text{в}} = 220...310$ МПа, $\delta = 22...10$ %, 140...225 НВ, перлитные — $\sigma_{\text{в}} = 370...700$ МПа, $\delta = 7...2$ % и 153...360 НВ. Марки высокопрочных чугунов согласно ГОСТ 7293—85 состоят из букв «ВЧ» и цифр, соответствующих минимальному пределу прочности при растяжении $\sigma_{\text{в}}$, МПа / 10: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45 — ферритные чугуны; ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ 100—перлитные чугуны.

Высокопрочные чугуны обладают хорошими литейными и потребительскими свойствами (обрабатываемость резанием, способность гасить вибрации, высокая износостойкость и др.) свойствами. Они используются для массивных отливок взамен стальных литых и кованых деталей — цилиндры, шестерни, коленчатые и распределительные валы и др.

3.3 Задание на практическую работу

Задание 1. Расшифровать марки чугунов

№ варианта	Марки	№ варианта	Марки
1	СЧ 10; КЧ 30-6; ВЧ 50	16	СЧ 35; КЧ 50-4; ВЧ 60
2	СЧ 15; КЧ 33-8; ВЧ 60	17	СЧ 40; КЧ 56-4; ВЧ 45
3	СЧ 20; КЧ 35-10; ВЧ 45	18	СЧ 45; КЧ 60-3; ВЧ 40
4	СЧ 25; КЧ 37-12; ВЧ 40	19	СЧ 10; КЧ 63-2; ВЧ 50
5	СЧ 30; КЧ 45-6; ВЧ 50	20	СЧ 15; КЧ 30-6; ВЧ 60
6	СЧ 35; КЧ 50-4; ВЧ 60	21	СЧ 10; КЧ 30-6; ВЧ 50
7	СЧ 40; КЧ 56-4; ВЧ 45	22	СЧ 15; КЧ 33-8; ВЧ 60
8	СЧ 45; КЧ 60-3; ВЧ 40	23	СЧ 20; КЧ 35-10; ВЧ 45
9	СЧ 10; КЧ 63-2; ВЧ 50	24	СЧ 25; КЧ 37-12; ВЧ 40
10	СЧ 15; КЧ 30-6; ВЧ 60	25	СЧ 30; КЧ 45-6; ВЧ 50

11	СЧ 10; КЧ 30-6; ВЧ 50	26	СЧ 35; КЧ 50-4; ВЧ 60
12	СЧ 15; КЧ 33-8; ВЧ 60	27	СЧ 40; КЧ 56-4; ВЧ 45
13	СЧ 20; КЧ 35-10; ВЧ 45	28	СЧ 45; КЧ 60-3; ВЧ 40
14	СЧ 25; КЧ 37-12; ВЧ 40	29	СЧ 10; КЧ 63-2; ВЧ 50
15	СЧ 30; КЧ 45-6; ВЧ 50	30	СЧ 15; КЧ 30-6; ВЧ 60

Задание 2. Для каждой марки выписать структуру, свойства и применение. Результат оформить в виде таблицы (Таблица 3.2)

Марка	Структура	Свойства	Применение

3.4 Содержание отчета

1. Название практической работы.
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Расшифровка трех марок чугунов.
5. Таблица.

3.5 Контрольные вопросы

1. Чугун это сплав _____ с _____ углеродом.
2. Чугун, который используют для переплавки его в сталь, называется _____.
3. Чугун, в котором весь углерод находится в виде графита, называется _____.
4. _____ чугун более пластичный, чем серый.
5. Графит шаровидной формы находится в _____ чугуне.

Практическая работа № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПО ИХ МАРКАМ

4.1. Цели работы

Научиться определять химический состав, свойства и применение углеродистых сталей по их маркам.

4.2 Краткие теоретические сведения

Маркировка углеродистых сталей

Маркировка углеродистых сталей зависит от их качества и назначения.

Стали *обыкновенного качества* имеют 3 группы поставки: А, Б, В. Стали группы А поставляются с гарантированными механическими свойствами, химический состав не регламентируют. Стали группы Б поставляются с гарантированным механическим составом, ме-

ханические свойства не гарантируются. Стали группы В поставляются с гарантированными химическим составом и механическими свойствами. О механических свойствах и химическом составе информацию получают в сопроводительных документах.

Все эти стали обыкновенного качества (ГОСТ 380-71) маркируются буквами Ст, после которых ставится цифра от 0 до 6. Впереди марки – буква, указывающая группу поставки (для стали группы А – не ставится). В конце марки указывается степень раскисления: пс, кп (для спокойных – не указывают).

Ст3кп – углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества, группы поставки А, с номером 3, кипящая.

ВСт4пс – углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества, группы поставки В, с номером 4, полуспокойная.

Качественные конструкционные углеродистые стали (ГОСТ 1050-74) маркируют цифрами 08, 10, 15, 20, 25... до 85. Цифры означают среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Если сталь содержит повышенное количество марганца (0,8-1,2%), то после цифр ставится буква Г. В конце марки указывают степень раскисления (кп или пс).

Сталь 40 – качественная конструкционная углеродистая сталь с содержанием углерода 0,4 % , спокойная.

Сталь 65Гпс – качественная конструкционная углеродистая сталь с содержанием углерода 0,65%, более 0,8% марганца, полуспокойная.

Инструментальные углеродистые стали (гост 1435-74) маркируются большой буквой У и цифрами, которые означают содержание углерода в десятых долях процента. Эти стали чаще всего качественные. Однако, если сталь имеет повышенное качество, то в конце марки ставится буква А.

У8 – инструментальная углеродистая со средним содержанием углерода 0,8% (имеет точно такой же химический состав, что и Сталь 80, но отличается структурой и свойствами).

У12А – углеродистая инструментальная сталь, 1,2% углерода, высококачественная.

4.3 Задание на практическую работу

Задание 1. Расшифровать марки углеродистых сталей

1	Ст0	БСт2пс	ВСт5кп	05кп	25	60Г	У7	У10А
2	Ст1кп	БСт3сп	ВСт4пс	08	30	70Г	У8	У11А
3	Ст2пс	БСт4	ВСт3сп	08кп	35	75Г	У9	У12А
4	Ст3сп	БСт5кп	ВСт2	08пс	40	80Г	У10	У13А
5	Ст4	БСт6пс	ВСт1кп	10	45	65Г	У11	У7А
6	Ст5кп	БСт0	ВСт4сп	10кп	50	60Г	У12	У8А
7	Ст6пс	БСт1сп	ВСт3	10пс	55	70Г	У13	У9А
8	Ст0	БСт2Г	ВСт5пс	15	60	75Г	У7А	У10
9	Ст1сп	БСт3кп	ВСт2пс	15кп	65	80Г	У8А	У11
10	Ст2	БСт4пс	ВСт1сп	15пс	70	65Г	У9А	У12
11	Ст3кп	БСт5сп	ВСт4	18кп	75	60Г	У10А	У13
12	Ст4пс	БСт6	ВСт3кп	20	80	70Г	У11А	У7
13	Ст5сп	БСт0	ВСт1пс	20кп	25	75Г	У12А	У8
14	Ст6	БСт1пс	ВСт2сп	20пс	30	80Г	У13А	У9
15	Ст0	БСт2сп	ВСт5	05кп	35	65Г	У7	У11А
16	Ст1пс	БСт3	ВСт2кп	08	40	60Г	У8	У12А

17	Ст2сп	БСт4кп	ВСт3пс	08кп	45	70Г	У9	У13А
18	Ст3	БСт5пс	ВСт4кп	08пс	50	75Г	У10	У7А
19	Ст4кп	БСт6сп	ВСт1	10	55	80Г	У11	У8А
20	Ст5пс	БСт0	ВСт1кп	10кп	60	65Г	У12	У9А
21	Ст6сп	БСт1	ВСт2пс	10пс	65	60Г	У13	У10А
22	Ст0	БСт2кп	ВСт3сп	15	70	70Г	У7А	У11
23	Ст1	БСт3пс	ВСт4кп	15кп	75	75Г	У8А	У12
24	Ст2кп	БСт4сп	ВСт5	15пс	80	80Г	У9А	У13
25	Ст3пс	БСт5	ВСт1сп	18кп	25	65Г	У10А	У7
26	Ст4сп	БСт6кп	ВСт2	20	30	60Г	У11А	У8
27	Ст5Г	БСт0	ВСт3кп	20кп	35	70Г	У12А	У9
28	Ст6кп	БСт1пс	ВСт4	20пс	40	75Г	У13А	У10
29	Ст0	БСт2сп	ВСт5пс	05кп	45	80Г	У7	У11А
30	Ст1пс	БСт3кп	ВСт4сп	08пс	50	65Г	У8	У12А

Задание 2. Для каждой марки выписать свойства и применение. Результат оформить в виде таблицы (Таблица 3.2)

Марка	Свойства	Применение

4.4 Содержание отчета

1. Название практической работы.
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Расшифровка марок.
5. Таблица.

4.5 Контрольные вопросы

1. Что такое сталь?
2. По каким признакам классифицируют углеродистую сталь?
3. На какие группы по качеству делятся углеродистые стали?
4. Какие группы сталей обыкновенного качества различают в зависимости от назначения?
5. Как подразделяются качественные углеродистые стали по содержанию марганца?
6. На какие группы подразделяются углеродистые стали по способу раскисления?

Практическая работа № 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПО ИХ МАРКАМ

5.1. Цели работы

Научиться определять химический состав, свойства и применение углеродистых сталей по их маркам.

5.2 Краткие теоретические сведения

Сочетания букв и цифр дают характеристику **легированной стали**. Если впереди марки стоят две цифры, они указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Одна цифра впереди марки указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента. Если впереди марки нет цифры, это значит, что углерода в ней либо 1%, либо выше 1%. Цифры, стоящие за буквами, указывают среднее содержание данного элемента в процентах, если за буквой отсутствует цифра – значит содержание данного элемента около 1% (не более 1,5%). Буква А в конце марки обозначает высококачественную сталь, т.е. сталь, содержащую меньше серы и фосфора. Указанная система маркировки охватывает большинство существующих легированных сталей. Исключение составляют отдельные группы сталей, которые дополнительно обозначаются определенной буквой: Р – быстрорежущие, Е – магнитные, Ш – шарикоподшипниковые, Э – электротехнические.

Пример расшифровки марки стали

40ХНЗМФА – конструкционная легированная высококачественная сталь со средним содержанием углерода 0,4%, ~1% хрома, ~3% никеля, ~1% молибдена, ~1% ванадия.

18ХГТ – конструкционная легированная качественная сталь с содержанием углерода 0,18% и по 1% (приблизительно) хрома, марганца и титана.

ХВГ – инструментальная легированная сталь, углерода более 1%, приблизительно около 1% хрома, вольфрама, марганца.

7ХГ2 - инструментальная легированная сталь, углерода 0,7%, приблизительно около 1% хрома, марганца 2%.

Р18 – инструментальная высоколегированная быстрорежущая сталь, 18% вольфрама

Р6М5К4 – инструментальная высоколегированная быстрорежущая сталь, содержание вольфрама 6%, молибдена 5%, 4% кобальта.

5.3 Задание на практическую работу

Задание 1. Расшифровать марки легированных сталей

1	09Г2	38ХА	65С2ВА	8Х3	Р6К10
2	55С2	50ХФА	14ХГС	Х12	Р12Ф3
3	20Х	12ГС	60С2ХФА	В2Ф	Р6М5Ф3
4	30Х	09Г2С	20ХГР	5ХГМ	Р6М5К5
5	10Г2	38ХМА	14Х2ГМР	9Х2	Р18
6	40Х	50ХФА	20ХГ2Ц	ХГС	Р10К5Ф5
7	50Г2	70С3А	20ХНР	Х12	Р9М4К8
8	17ГС	15Х25Т	75ХСМФ	В2Ф	Р6К10
9	45Г2	60С2А	20ХГСФ	7Х3	Р12Ф3
10	38ХА	35ГС	10Г2БД	Х12М	Р6М5Ф3

11	45X	18XГТ	15Г2СФД	ХГС	P6M5K5
12	38XЮ	40XФА	34XН3М	8X3	P18K5Φ2
13	15XA	60C2	36Г2С	9XC	P10K5Φ5
14	30XM	40X9C2	15X11MΦ	4XC	P9
15	09Г2	20XГРА	55C2	6XBГ	P6K10
16	55C2	38XA	20X3MBΦ	4XC	P12Φ3
17	12ГС	20X	38X2MЮA	6XBГ	P6M5Φ3
18	09Г2С	30X	20XГНР	9XC	P6M5K5
19	10Г2	38XMA	14X2ГMP	7X3	P18K5Φ2
20	40X	50XФА	20XГ2Ц	9X1	P10K5Φ5
21	50Г2	70C3A	20XНР	8X3	P9M4K8
22	17ГС	20XГСА	75XСMΦ	9X1	P6K10
23	38XA	35ГС	10Г2БД	8X3	P12
24	45X	25XГСА	15Г2СФД	9XBГ	P6M5Φ3
25	38XЮ	18XГТ	40XФА	X12M	P6M5K5
26	60C2	15XA	13X2HA	9XBГ	P18K5Φ2
27	30XM	40X9C2	36HXTЮ	6XB2C	P10K5Φ5
28	55C2	09Г2	20XГР	X12	P9
29	50XФА	14XГС	55C2	5XHM	P6K10
30	45Г2	60C2A	20XГ2Ц	6XBГ	P12Φ3

Задание 2. Для каждой марки выписать свойства и применение. Результат оформить в виде таблицы (Таблица 3.2)

Марка	Свойства	Применение

5.4 Содержание отчета

1. Название практической работы.
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Расшифровка марок.
5. Таблица.

5.5 Контрольные вопросы

1. Что такое сталь?
2. Какие стали называются легированными?

3. Какие элементы являются легирующими?
4. Для чего легируют стали?
5. Каковы правила обозначения легированных сталей?

Практическая работа №6 ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

6.1 Цели работы

Ознакомиться с видами термической обработки, их характеристиками и применением; научиться назначать режимы термической обработки.

6.2 Краткие теоретические сведения

Термической обработкой называют технологические процессы теплового воздействия, которые проводят с целью изменения внутреннего строения, структуры и свойств.

Термическая обработка используется в качестве предварительной или промежуточной операции для улучшения обрабатываемости резанием, давлением и др. и как окончательная операция технологического процесса, обеспечивающая заданный уровень физико-механических свойств детали.

Любой процесс термической обработки характеризуется температурой и скоростью нагрева, временем выдержки при заданной температуре и определенной скоростью охлаждения. Режим термообработки можно представить графиком в координатах температура – время ($t - \tau$). Пример такого графика представлен на рисунке 3.1. Скорость нагрева и охлаждения характеризуется углом наклона линий на графике.

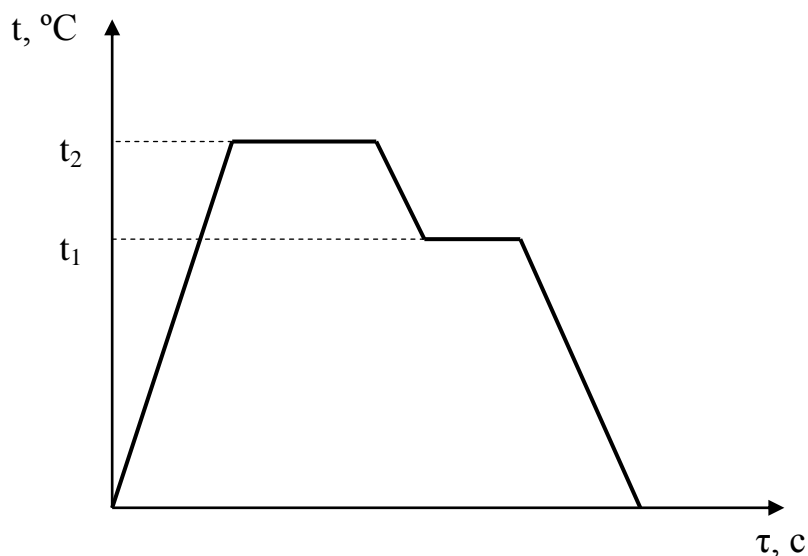


Рисунок 6.1

В основе теории термической обработки лежат фазовые и структурные превращения, протекающие при нагреве и охлаждении металлов и сплавов. Эти превращения характеризуются определенными *критическими точками*.

Регулируя температуру нагрева, время выдержки и скорость охлаждения, можно в очень широких пределах изменять свойства материала, подвергаемого термообработке.

Основными видами термической обработки являются отжиг, нормализация, закалка, отпуск и старение.

Таблица 6.1

Характеристика основных видов термообработки стали

Вид термообработки	Характеристика процессов	Назначение
Отжиг:	Нагрев и последующее медленное охлаждение, чаще вместе с печью	
Полный	Нагрев на 30 - 50°C выше верхней критической точки A_{C3} и медленное охлаждение (рис. 3.3).	Получение мелкозернистой структуры и снятие внутренних напряжений в доэвтектоидных сталях.
Неполный	Нагрев на 30 - 50°C выше нижней критической точки A_{C1} и медленное охлаждение (рис. 3.3).	Снятие внутренних напряжений и улучшение обрабатываемости резанием заэвтектоидных и инструментальных сталей
Рекристаллизационный	Нагрев до 450 - 700°C, непродолжительная выдержка и охлаждение на воздухе.	Снятие наклепа после холодной пластической деформации.
Диффузионный	Нагрев до 1100 - 1200°C, выдержка 10 – 20 часов и медленное охлаждение (рис. 3.3).	Устранение химической неоднородности, образовавшейся при кристаллизации металла. (Получается крупнозернистая структура, которая измельчается при последующем полном отжиге или нормализации)
Низкотемпературный	Температура отжига находится в пределах 200 - 700°C (чаще 350 - 600°C) – рис. 3.3.	Снятие внутренних напряжений, образовавшихся при литье, сварке, обработке резанием и т.д.
Изотермический	Нагрев на 20 - 30°C выше A_{C3} , охлаждение с печью до 680 - 700°C, выдержка 2 - 5 часов при этой температуре и охлаждение на воздухе.	Повышение обрабатываемости резанием легированных сталей
Нормализация	Нагрев, выдержка и последующее охлаждение на воздухе	Исправление структуры перегретой стали, снятие внутренних напряжений в деталях из конструкционных сталей и улучшение их обрабатываемости; увеличение глубины прокаливаемости инструментальных сталей перед закалкой.
Закалка:	Нагрев, выдержка и последующее резкое охлаждение (рис.3.4)	Получение высокой твердости, упрочнение
Полная	Нагрев на 30 - 50°C выше A_{C3}	Для доэвтектоидных сталей (в которых углерода менее 0,8 %)
Неполная	Нагрев на 30 - 50°C выше A_{Cm}	Для заэвтектоидных сталей (углерода более 0,8 %)
Отпуск:	Нагрев, выдержка и охлаждение	Снятие внутренних напряжений,

	ние на воздухе	повышение вязкости и пластичности, понижение твердости и уменьшение хрупкости закаленной стали
Низкий	Нагрев в интервале температур 150 - 250°C.	Для инструментальных сталей, после закалки цементуемых изделий.
Средний	Нагрев в интервале температур 300 - 500°C.	Для пружин, рессор, а также инструмента, который должен иметь значительную прочность и упругость при достаточной вязкости.
Высокий	Нагрев в интервале температур 500 - 650°C.	Для деталей из конструкционных сталей, работающих при ударных нагрузках.
Улучшение	Закалка стали и последующий высокий отпуск	Обеспечение сочетания высокой прочности и пластичности при окончательной термообработке деталей из конструкционных сталей, испытывающих в работе ударные нагрузки и вибрации.
Старение	Нагрев и длительная выдержка при повышенной температуре	Стабилизация размеров деталей и инструментов из различных сталей.
Термомеханическая обработка	Нагрев, быстрое охлаждение до 400...500 °С. Многократное пластическое деформирование, закалка и отпуск	Обеспечение для деталей простой формы, не подвергаемых сварке, более высокой прочности, чем при обычной термообработке.

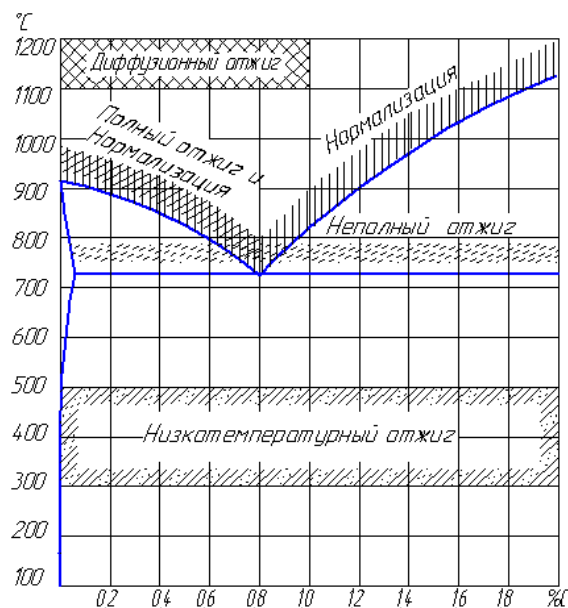


Рис. 6.3 Диаграмма состояния с интервалами нагрева углеродистой стали для некоторых видов отжига и нормализации

6.3 Задание на практическую работу

1. *Задание 1.* Для марки стали соответствующей вашему варианту указать содержание углерода и принадлежность данной стали к конструкционной или инструментальной, определить механические свойства до термообработки. Выбрать и обосновать последовательность операций предварительной и окончательной термообработки изделия из данной стали
2. *Задание 2.* Для указанных условий (деталь, марка стали, цель термообработки) определить вид термообработки и ее температурный режим.

Вариант	Задание 1	Задание 2		
		Деталь	Марка стали	Цель термообработки
1	70	Вал	40Х	Повышение поверхностной прочности и улучшение механических свойств
2	У7	Шестерня	20ХГНМ	
3	20	Сверло	Р6М5	
4	У13А	Шкив	25	
5	40	Фреза	Р18	Снятие внутренних напряжений после механической обработки
6	У8	Ось	20	
7	60	Втулка	35	
8	У12	Вал	50Л	Устранение химической неоднородности
9	80	Корпус подшипника	20	
10	У9	Шестерня	25ХГМ	
11	40Х	Крюк крана	60	Получение мелкозернистой структуры
12	У11	Вал	45	
13	50	Резец	Корпус 40Х Напайка Р18	
14	ХВГ	Вал	60Г	Повышение поверхностной прочности и улучшение механических свойств
15	30	Зубило	У8	
16	У7А	Ось	40	
17	10	Метчик	У12А	
18	У13	Корпус насоса	20Х	Снятие внутренних напряжений после механической обработки
19	70Г	Рычаг	25	
20	У8А	Поршень	40	
21	45	Гаечный ключ	ХВГ	Устранение химической неоднородности
22	9ХС	Вал	40Х	
23	20Х	Поршень	80	Получение мелкозернистой структуры
24	У12А	Рычаг	20Х	
25	85	Звездочка	40	

6.5 Содержание отчета

1. Название практической работы.
2. Цель работы.
3. Выполнение работы

Задание 1 - характеристика стали в исходном состоянии;

- последовательность операций термообработки с обоснованием

Задание 2.

- характеристика стали в исходном состоянии;

- вид термообработки,

- режим термообработки (температура нагрева, среда охлаждения).

6.6 Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность термической обработки?
2. Чем характеризуется любой процесс термообработки?
3. Какие существуют виды термической обработки стали?
4. Каковы разновидности процесса отжига и их назначение?
5. Для какой цели производят закалку стальных изделий?
6. Для чего после закалки проводят отпуск стали?

Практическая работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ СПЛАВОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПО ИХ МАРКАМ

7.1. Цели работы

Научиться определять химический состав, свойства и применение сплавов цветных металлов по их маркам.

7.2 Краткие теоретические сведения

Различают три группы медных сплавов:

- латуни
- бронзы
- сплавы меди с никелем

Латуни. Латунями называют двойные (томпак, где 90% и более - меди и 10% цинка и полутомпак, где меди 79-86%Ю остальное цинк) или многокомпонентные сплавы на основе меди, в которых основным легирующим элементом является цинк. При введении других элементов (кроме цинка) латуни называют специальными по наименованию элементов, например, железофосфорномарганцевая латунь и т.п.

По сравнению с медью латуни обладают большей прочностью, коррозионной стойкостью. Механическая прочность латуней выше, чем меди, и они лучше обрабатываются (резанием, литьем, давлением). Большим их преимуществом является более низкая стоимость, так как входящий в состав латуней цинк значительно дешевле меди. Латуни нашли широкое применение в приборостроении, в общем и химическом машиностроении.

Латуни обозначают начальной буквой Л, затем ставят цифру, указывающую средний процент меди в этом сплаве.

Л96 – латунь, меди 96%, цинка 4% (томпак).

Латуни более сложного состава в обозначении имеют после буквы Л другую букву, а цифры, размещенные после цифры, указывающей процент меди, указывают процент добавок в марке латуни. Все добавляемые к латуни элементы обозначают русскими буквами: Ц –

цинк; А – алюминий; О – олово; Н – никель; К – кремний; С – свинец; Мц – марганец; Ж – железо; Ф – фосфор; Б – бериллий. Цифры, помещенные за буквами, указывают среднее процентное содержание элементов.

ЛАЖМц66-6-3-2 – алюминиевожелезомарганцовистая латунь, содержащая 66% меди, 6% алюминия, 3% железа и 2% марганца, остальное составляет цинк.

ЛЦ40Мц3Ж – латунь, содержащая 40% цинка, 3% марганца, около 1% железа, остальное – медь

Бронзы

Бронзы (медь, олово) – сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, марганцем, свинцом, бериллием. В зависимости от введенного элемента бронзы бывают: оловянные, алюминиевые, кремнистые, марганцовистые, свинцовистые, бериллиевые.

Бронзы обладают высокой стойкостью против коррозии, хорошими литейными и высокими антифрикционными свойствами и обрабатываемостью резанием. Благодаря хорошим литейным качествам из бронз отливают пушки, колокола и статуи. Также бронзы используются при изготовлении арматуры газовых и водопроводных линий и в химическом машиностроении, где важна также высокая коррозионная стойкость бронз. Малый коэффициент трения и устойчивость к износу делает бронзы незаменимыми при изготовлении вкладышей подшипников, червяков и червячных колес, шестерен и других деталей ответственных и точных приборов.

Бронзы легируют для повышения механических характеристик и придания особых свойств. Введение марганца способствует повышению коррозионной стойкости, никеля – пластичности, железа – прочности, цинка – улучшению литейных свойств, свинца – улучшению обрабатываемостью.

Бронзы маркируют русскими буквами Бр. Справа ставят обозначение элементов, входящих в состав бронзы:

О – олово; Ц – цинк; С – свинец; А – алюминий; Ж – железо; Мц – марганец.

Далее идут цифры, обозначающие среднее содержание дополнительных элементов в бронзе в процентах (цифры, обозначающие процентное содержание меди в бронзе, не ставят).

БрОЦС5-5-5 – бронза содержит по 5% олова, свинца, цинка, остальное – медь (85%).

БрА9Мц2Л – бронза литейная, содержит 9% алюминия, 2% марганца, остальное – медь.

Алюминиевые сплавы делят на деформируемые и литейные.

Деформируемые алюминиевые сплавы применяют для получения листов, ленты, проволоки и различных деталей методами обработки давлением: штамповкой, прессованием, ковкой.

Деформируемые алюминиевые сплавы можно подразделить на две подгруппы:

- не упрочняемые термообработкой
- упрочняемые термообработкой

Первые характеризуются невысокой прочностью, но хорошей пластичностью. К ним относятся сплавы алюминия с марганцем и магнием, содержащие его до 6%. Эти сплавы почти всегда однофазные. Они хорошо свариваются, устойчивы против коррозии и применяются для малонагруженных деталей, изготовляемых холодной штамповкой с глубокой вытяжкой, и для свариваемых конструкций. Упрочнение этих сплавов возможно только путем холодной деформации, так как упрочнение термической обработкой не удается.

АМц – сплав алюминия деформируемый не упрочняемый термообработкой, содержит 1% марганца.

Из группы деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термообработкой, наиболее распространены дуралюмины (или дюралюмины) – сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем (для повышения коррозионной стойкости сплава). Также распространены сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем и цинком (сплавы высокой прочности).

Дуралюмины маркируют буквой Д, после которой стоит цифра, обозначающая условный номер сплава. Дуралюмины выпускают в виде листов, пресованных и катаных профилей, прутков, труб. Особенно широко применяют дуралюмины в авиационной промышленности и строительстве.

Д1 – деформируемый алюминиевый сплав, упрочняемый термообработкой (дуралюмин), содержит 4% меди, примерно по 0,5% магния, марганца, кремния.

Литейные алюминиевые сплавы содержат почти те же легирующие компоненты, что и деформируемые сплавы, но в значительно большем количестве (до 9-13% по отдельным компонентам). Литейные сплавы предназначены для изготовления фасонных отливок. Эти сплавы маркируются буквами АЛ с последующим порядковым номером: АЛ2, АЛ9 и т.п.

По химическому составу их можно разделить на несколько групп, например, алюминий с кремнием или алюминий с магнием. Иногда их маркируют по химическому составу, например АК7М2. Буква М означает медь.

Сплавы на основе алюминия и кремния называют силуминами. Силумин обладает высокими механическими и литейными свойствами: высокой жидкотекучестью, небольшой усадкой, достаточно высокой прочностью, удовлетворительной пластичностью. Сплавы на основе алюминия и магния имеют высокую удельную прочность, хорошо обрабатываются резанием и имеют высокую коррозионную стойкость.

Титановые сплавы применяются в авиационной (самолетостроении, ракетостроении, при производстве реактивных двигателей) и химической промышленности. Также титан широко применяют в судостроении благодаря его устойчивости против воздействия морской воды. Из сплавов на основе титана изготавливаются лопатки паровых и газовых турбин, выпускных клапанов дизельных двигателей, лопаток и дисков компрессоров, поршневых пальцев, шатунов и других деталей.

Титан и его сплавы маркируют буквами ВТ и порядковым номером, например ВТ8.

Магниеые сплавы широко применяют в транспортном машиностроении, особенно в авиации и ракетостроении. В зависимости от способа получения магниевые сплавы подразделяют на:

- литейные – эти сплавы используют в виде отливок, маркируются буквами МЛ и порядковым номером.

- деформируемые – сплавы используют в виде проката (листов, ленты, труб) и поковок, маркируются буквами МА и порядковым номером.

7.3 Задание на практическую работу

Задание 1. Расшифровать марки сплавов цветных металлов

1	АМц	Л63	МА8	ВТ1	Б83С	ЛК80-3	БрО10Ф1	БрНЗЦЗС 20Ф
2	Л90	АМг	Б16	МЛ1	ВТ5Л	БрКН1-3	БрОФ8-0,3	ЛА- ЖМц66- 6-3-2
3	Д1	Л96	МА7	Б83	ВТ3	ЛА67-2,5	БрБНТ1,7	БрОЦС4- 4-4
4	АМг3	МЛ2	Л60	ВТ4	БрБ2,5	Б92	ЛКС80-3-3	БрОФ7- 0,2
5	МА6	АК2	БТ	Л85	ВТ14Л	БрА5	ЛС59-1	БрОЦС4- 4-2,5
6	Л80	АЛ4	МЛ3	БН	БрС30	ВТ5	БрОЦ4-3	ЛАЖ60- 1-1

7	ВТ6	Л70	Д16	МА5	БК2	ЛМц58-2	БрКМц3-1	БрО3Ц8С 4Н1
8	МЛ4	АК4	Л68	БС2	ВТ5Л	БрА5	БрКН1-3	ЛМцНЖ6 0-2-1-1
9	АЛ3	МА4	Б92	Л60	БрБНТ1,7	ВТ14	БрО3Ц13С4	ЛА85-0,6
10	Л63	АМг5	МЛ5	ВТ15	Б83	БрО10Ц2	ЛМцЖ55-3-1	БрАМц9- 2
11	МА3	Б6	Д18	Л65	ВТ14Л	ЛА77-2	БрО4Ц7С5	БрАЖН1 0-4-4
12	Б16	МЛ6	Л68	АК6	БрБ2	ВТ1	БрО10Ц2	ЛАНК75- 2-2-1
13	ВТ3	Л70	МА2	АЛ4	БТ	БрКМц3-1	БрБНТ1,7	ЛК80-3
14	Л72	БС6	АЛ9	МЛ1	ВТ5Л	БрА7	ЛКС65-1,5-3	БрО3Ц7С 5Н
15	Л96	АМг6	МА1	Б83С	БрО10Ф1	ВТ4	БрБНТ1,9	ЛН65-5
16	Д20	Л93	ВТ5	МЛ2	Б16	БрС60Н2,5	ЛМцА57-3-1	БрКМц3- 1
17	МА2	АК8	Л90	Б83	ВТ14Л	ЛО90-1	БрО5Ц6С5	БрКМц3- 1
18	Б92	МЛ3	АЛ7	Л85	БрС30	ВТ6	БрОФ4-0,5	ЛМцОС5 8-2-2-2
19	АЛ13	ВТ14	МА3	Л83	БТ	БрБ2,5	ЛС63-3	БрОЦСН 3-7-5-1
20	БН	АМц	Л80	МЛ4	ВТ5Л	БрС30	ЛМцЖ55-3-1	БрО3Ц12 С5
21	МА4	Л75	Д1	БК2	БрКН1-3	ВТ15	ЛО70-1	БрАЖН1 1-6-6
22	Л70	МЛ5	ВТ1	АК2	БрБНТ1,9	БС2	ЛМцС58-2-2	БрОФ7- 0,2
23	Б92	Л68	АЛ8	МА5	ВТ14Л	БрС30	ЛС74-3	БрАЖН1 0-4-4
24	МЛ6	АЛ27	Л65	Б16	БрО10Ц2	ВТ3	ЛАЖ60-1-1	БрКМц3- 1
25	АМг	МА6	ВТ4	Л63	Б83	БрКМц3-1	БрОЦС4-4-4	ЛО62-1
26	Л60	Д16	МЛ1	БН	ВТ5Л	БрКН1-3	ЛАН59-3-2	БрО3Ц7С 5Н
27	Б83С	Л85	АК4	МА7	БрА5	ВТ5	ЛС60-1	БрАЖМц 10-3-1,5
28	МЛ2	ВТ6	Л96	АЛ19	БрБ2,5	БК2	ЛЖС58-1-1	БрАЖН1 0-4-4
29	АЛ6	МА8	Б6	Л75	ВТ14Л	БрС60Н2,5	ЛО60-1	БрОЦС3- 12-5
30	БС2	Д18	Л63	МЛ3	БрОЦ4-3	ВТ7	ЛМш68-0,05	БрС60Н2, 5

Задание 2. Для каждой марки выписать свойства и применение. Результат оформить в виде таблицы (Таблица 7.2)

Марка	Свойства	Применение
-------	----------	------------

7.4 Содержание отчета

1. Название практической работы.
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Расшифровка марок.
5. Таблица.

7.5 Контрольные вопросы

1. На какие группы делятся алюминиевые сплавы?
2. На какие группы делятся медные сплавы?
3. Как называются литейные алюминиевые сплавы?
4. Как называются деформируемые алюминиевые сплавы?
5. Особенности и применение титановых сплавов.
6. Какие химические элементы входят в состав бронз?
7. Какие химические элементы входят в состав латуней ?

Практическая работа №8 ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

8.1 Цели работы

Научиться выбирать марки сплавов для деталей машин, обосновывая выбор условиями работы при их эксплуатации и технологией изготовления.

8.2 Краткие теоретические сведения

При выборе материала для деталей машин конструктор пользуется справочниками, где наряду с данными о механических свойствах, полученных при испытании стандартных образцов, учитывается также название типичных деталей, для которых данный материал используют. Однако трудность при выборе материала по справочнику заключается в том, что для изготовления детали одного и того же наименования справочник рекомендует различные марки материала. Поэтому при выборе материалов по справочнику в первую очередь следует исходить из условий работы детали и требуемых от нее свойств.

Рассмотрим, из решения каких задач складывается работа по выбору материала:

1. Материал должен обеспечить прочность, надежность и долговечность работы детали. Для выполнения этих требований необходимо учитывать жесткость нагружения в процессе работы и условия, в каких работает конструкция. В случае работы в агрессивных средах необходим учет влияния среды.
2. Выбранный материал должен быть технологичным, т.е. необходимо учитывать технологические свойства, оборудование и способы изготовления из него детали.
3. Выбранный материал должен быть как можно более дешевым и недефицитным.

8.3 Порядок выполнения работы

1. Точно переписать задание.
2. Провести анализ условий работы детали и определить требования к материалу детали.
3. Из изученных основных классов конструкционных материалов выбрать те, которые, вероятно, могут обеспечить выполнение требований, предъявляемых к детали.
4. По справочнику определить марки материалов и упрочняющую обработку, которые обеспечивают у детали получение заданных свойств. Поскольку требуемые свойства могут обеспечить разные материалы, то данные о них из справочника следует представить в виде таблицы, что сделает последующий выбор материала более наглядным. Следует выбрать 2 – 3 материала.

Таблица 8.1

Марка материала	Термообработка	Предел прочности, МПа	Твердость	Другие свойства

5. На основе сравнения всех данных следует сделать заключение о том, какой материал следует считать оптимальным и по каким причинам.
6. Для выбранного материала дать расшифровку марки.

8.4 Задание на практическую работу

1. Поршневой палец из цементуемой легированной стали
2. Ответственный коленчатый вал из легированной стали
3. Корпус карбюратора
4. Поршневой палец автомобиля, подвергаемый закалке ТВЧ
5. Стальная заклепка для клепания рамы автомобиля
6. Блок цилиндров из недефицитного литейного сплава
7. Плоская пружина
8. Стальное ребро тормозной колодки, изготовленное холодной штамповкой
9. Бензокраник, изготовленный методом литья под давлением
10. Выхлопной клапан автомобиля
11. Шатун, изготовленный методом горячей штамповки
12. Крыло грузового автомобиля, изготовленное холодной штамповкой
13. Неразъемный вкладыш подшипника скольжения
14. Корпус редуктора
15. Приводная звездочка цепной передачи
16. Картер мотора из алюминиевого сплава.

8.5 Содержание отчета

1. Название практической работы.
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Анализ условий работы детали.
5. Название классов конструкционных материалов.

6. Таблица.
7. Вывод о выборе материала
8. Расшифровка марки выбранного материала

8.6 Контрольные вопросы

1. Какими механическими и технологическими свойствами обладают стали, чугуны, латуни, бронзы, алюминиевые сплавы?
2. Как влияют на сплавы легирующие элементы?
3. Что необходимо учитывать при выборе конструкционного материала?

Практическая работа №9 ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

9.1 Цели работы

Научиться назначать режимы резания для токарной обработки при помощи справочной литературы.

9.2 Краткие теоретические сведения

К элементам режима резания относятся

- глубина резания t , мм, равна припуску на обработку;
- подача S , мм/об, зависит от глубины резания и от характера обработки (черновая или чистовая);
- скорость резания v , м/мин, зависит от материалов заготовки и инструмента, от стойкости инструмента (времени работы инструмента между переточками), от состояния поверхности, от главного угла в плане.
- частота вращения n , об/мин.

9.3 Порядок назначения режимов резания при точении

4.3.1. Выбор резца.

Вид (название) резца зависит от вида выполняемой работы: для обтачивания наружной цилиндрической поверхности «на проход» - резец проходной прямой или проходной отогнутый, для обтачивания цилиндрической поверхности, находящейся под прямым углом к уступу – проходной упорный, для нарезания резьбы – резьбовой и т.д.

Главный угол φ в плане зависит от жесткости системы СПИД

- для жесткой системы – угол $\varphi = 30...45^\circ$;
- для системы средней жесткости - $\varphi = 60...75^\circ$;
- для нежесткой системы - $\varphi = 90^\circ$.

Также угол $\varphi = 90^\circ$ для проходного упорного и для подрезного резцов.

В качестве инструментального материала в настоящее время для режущей части резцов чаще всего используется твердый сплав. Марку твердого сплава можно выбрать исходя из следующих рекомендаций:

Материал заготовки	Характер обработки		
	Черновая	Получистовая	чистовая
Сталь	T5K10	T15K6	T30K4
Чугун	BK8	BK6, BK4	BK3, BK2

4.3.2. Глубина резания t , мм, при обтачивании определяется по формуле

$$t = \frac{D - d}{2 \cdot i},$$

где D – диаметр поверхности заготовки до обработки;
 d – диаметр поверхности после обработки;

i – количество проходов. Число проходов рекомендуется выбирать таким, чтобы глубина резания для черного точения не превышала 5 мм, для полуклещевого точения – 3 мм, для чистового точения – 1,5 мм.

4.3.3. *Подача S , мм/об*, определяется по таблице Приложения 7. полученное табличное значение подачи $S_{табл}$ необходимо откорректировать по паспорту станка (см. Приложение 10) и принять действительное значение подачи S_{δ} .

4.3.4. *Скорость резания v , м/мин*. По таблице Приложения 8 назначается $v_{табл}$ в зависимости от глубины резания t и подачи S_{δ} .

Табличное значение скорости резания не учитывает конкретные условия резания, поэтому необходимо ввести поправочные коэффициенты на реальные условия обработки (см. Приложение 9) и установить расчетную скорость резания v_p , м/мин, по формуле

$$v_p = v_{табл} K_1 K_2 K_3 K_4 K_5,$$

где $K_1 \dots K_5$ - поправочные коэффициенты на различные условия обработки.

4.3.5. *Частота вращения шпинделя n , об/мин*, определяется по формуле

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D},$$

где v_p – расчетное значение скорости резания;

$\pi = 3,14$

D – диаметр поверхности заготовки.

Полученное значение n_p корректируется по паспорту станка и принимается ближайшее меньшее значение n_{δ} .

4.3.6. *Действительное значение скорости резания, м/мин*

$$v_{\delta} = \frac{\pi D n_{\delta}}{1000},$$

где n_{δ} – действительное значение частоты вращения шпинделя.

4.3.7. *Машинное основное время T_o , мин*, необходимое для выполнения рассчитываемого перехода:

$$T_o = \frac{l + y}{n_{\delta} \cdot S_{\delta}} \cdot i,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

y – величина врезания и перебега (выхода) инструмента: для обтачивания поверхности «на проход» принимать $y = 5$ мм, для обтачивания «в упор» - $y = 3$ мм.;

i – число проходов (см. п. 4.3.2.);

n_{δ} – действительное значение частоты вращения шпинделя;

S_{δ} – действительное значение подачи.

9.4 Задание на практическую работу

Назначить режимы резания на обтачивание поверхности заготовки с диаметра D до диаметра d на токарно-винторезном станке 16К20. Заготовка – необработанный прокат. Стойкость резца принять $T = 60$ мин. Остальные условия обработки принять по таблице.

Вариант	D	d	Длина обрабатываемой поверхности	Форма уступа	Материал заготовки
1	100	80	200	На проход (без уступа)	Сталь 45 ($\sigma_B = 598$ МПа)
2	80	75	200	В упор под углом 90°	Сталь 20 ($\sigma_B = 410$ МПа)
3	50	40	200	Под углом 60°	Сталь 40Х ($\sigma_B = 770$ МПа)
4	30	25	200	Под углом 45°	Сталь Ст3 ($\sigma_B = 450$ МПа)
5	180	168	100	Под углом 30°	Сталь У8 ($\sigma_B = 670$ МПа)
6	160	150	100	Под углом 60°	Сталь ХВГ ($\sigma_B = 900$ МПа)
7	140	135	100	На проход (без уступа)	Сталь 45 ($\sigma_B = 598$ МПа)
8	120	112	100	Под углом 45°	Сталь 20 ($\sigma_B = 410$ МПа)
9	110	104	50	На проход (без уступа)	Сталь 40Х ($\sigma_B = 770$ МПа)
10	100	92	50	Под углом 30°	Сталь Ст3 ($\sigma_B = 450$ МПа)
11	90	75	50	Под углом 60°	Сталь У8 ($\sigma_B = 670$ МПа)
12	80	70	50	В упор под углом 90°	Сталь ХВГ ($\sigma_B = 900$ МПа)
13	70	58	150	Под углом 45°	Сталь 45 ($\sigma_B = 598$ МПа)
14	60	56	150	На проход (без уступа)	Сталь 20 ($\sigma_B = 410$ МПа)
15	50	45	150	На проход (без уступа)	Сталь 40Х ($\sigma_B = 770$ МПа)
16	40	30	150	Под углом 30°	Сталь Ст3 ($\sigma_B = 450$ МПа)
17	30	22	120	Под углом 60°	Сталь У8 ($\sigma_B = 670$ МПа)
18	20	16	120	На проход (без уступа)	Сталь ХВГ ($\sigma_B = 900$ МПа)
19	150	130	120	В упор под углом 90°	Сталь 45 ($\sigma_B = 598$ МПа)
20	130	115	120	В упор под углом 90°	Сталь 20 ($\sigma_B = 410$ МПа)
21	110	100	80	Под углом 45°	Сталь 40Х

					($\sigma_b = 770$ МПа)
22	90	84	80	На проход (без уступа)	Сталь Ст3 ($\sigma_b = 450$ МПа)
23	70	55	80	В упор под углом 90°	Сталь У8 ($\sigma_b = 670$ МПа)
24	50	38	80	Под углом 60°	Сталь ХВГ ($\sigma_b = 900$ МПа)
25	30	26	200	На проход (без уступа)	Сталь 45 ($\sigma_b = 598$ МПа)
26	200	190	200	Под углом 30°	Сталь 20 ($\sigma_b = 410$ МПа)
27	170	155	100	В упор под углом 90°	Сталь 40Х ($\sigma_b = 770$ МПа)
28	140	135	100	Под углом 45°	Сталь Ст3 ($\sigma_b = 450$ МПа)
29	110	95	150	В упор под углом 90°	Сталь У8 ($\sigma_b = 670$ МПа)
30	80	66	150	Под углом 60°	Сталь ХВГ ($\sigma_b = 900$ МПа)

9.5 Пример выполнения расчетов

Задание: Назначить режимы резания на обтачивание поверхности заготовки с $\varnothing 60$ мм до $\varnothing 50$ мм «в упор» под углом 90°. Длина обрабатываемой поверхности 100 мм. Материал детали – сталь 45 (предел прочности 598 МПа). Заготовка – необработанный прокат. Обработка проводится на станке 16К20.

Решение:

1. Резец – проходной упорный, главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$, марка материала режущей части Т5К10 (т.к. черновая обработка)
2. Глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2 \cdot i} = \frac{60 - 50}{2 \cdot 1} = 5 \text{ мм}$$

Число проходов принимаем $i = 1$

3. Подача по Приложению 7 для диаметра заготовки до 60 мм при глубине резания 5 мм $S_{табл} = 0,4 - 0,6$ мм/об. По паспорту станка 16К20 (Приложение 10) в данном интервале подачи находятся значения 0,4 ; 0,5 и 0,6 мм/об. Принимаем $S_d = 0,6$ мм/об (любую из имеющихся).
4. Табличное значение скорости резания по Приложению 8 $v_{табл} = 145$ м/мин. Т.к. в таблице Приложения 8 нет значений скорости резания для глубины резания 5 мм, то принимаем промежуточное значение между скоростями резания для глубины резания 4 и 6 мм.

По Приложению 9 находим поправочные коэффициенты на различные условия резания:

$K_1 = 1$, т.к. стойкость резца $T = 60$ мин.

$K_2 = 1,15$, т.к. материал заготовки – сталь 45 ($\sigma_b = 598$ МПа).

$K_3 = 0,8$, т.к. поверхность заготовки с коркой (необработанный прокат).

$K_4 = 0,65$, т.к. материал режущей части резца Т5К10.

$K_5 = 0,81$, т.к. главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$.

Расчетная скорость резания

$$v_p = v_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 145 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,81 = 70,24 \text{ м/мин}$$

5. Частота вращения шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 70,24}{3,14 \cdot 60} = 372,8 \text{ об/мин}$$

Принимаем по паспорту станка (Приложение 10) ближайшее меньшее значение $n_\delta = 315$ об/мин.

6. Действительная скорость резания

$$v_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\delta}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 315}{1000} = 59,35 \text{ м/мин}$$

7. Основное машинное время

$$T_o = \frac{l + y}{S_\delta \cdot n_\delta} \cdot i = \frac{100 + 3}{0,6 \cdot 315} \cdot 1 = 0,545 \text{ мин}$$

Результаты расчета режима резания $t = 5$ мм, $S_\delta = 0,6$ мм/об, $n_\delta = 315$ об/мин, $v_\delta = 59,35$ м/мин, $T_o = 0,545$ мин.

9.6 Содержание отчета

1. Название практической работы
2. Цель работы
3. Задание
4. Расчет режимов резания с пояснениями
5. Результаты расчета

9.7 Контрольные вопросы

1. Какие элементы относятся к режимам резания?
2. В каких единицах измеряется глубина резания, как находится?
3. От чего зависит значение подачи? В каких единицах измеряется и как обозначается подача?
4. От чего зависит скорость резания? В каких единицах измеряется и как обозначается скорость резания?
5. Как находится, обозначается и в каких единицах измеряется частота вращения шпинделя?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильященко Д.П. Лабораторный практикум по дисциплине «Материаловедение. Технология конструкционных материалов»: учебное пособие / Д.П. Ильященко, Е.А. Зернин, С.А. Чернова; Юргинский технологический институт – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 178 с.
2. Адашкин, А.М., Зуев, В.М. Материаловедение (металлообработка): Учеб. пособие. – М: ОИЦ «Академия», 2008. – 288 с.
3. Гоцеридзе Р.М. процессы формообразования и инструменты: Учебник. – М.: Академия, 2010. – 432 с.
4. Рогов В.А., Позняк Г.Г. Современные машиностроительные материалы и заготовки: Учеб. пособие. – ОИЦ «Академия», 2008. – 336 с.
5. Солнцев Ю.П. Материаловедение: Учебник для СПО. – М.: Академия, 2008.