Автономная некоммерческая профессиональная образовательная организация

**«УРАЛЬСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Учебно-методическое пособие по выполнению практических работ для студентов по специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования»

2016г.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| ОДОБРЕНО  цикловой комиссией  электроэнергетики  Председатель комиссии  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.А. Шурова  «25» августа 2016г. | *УТВЕРЖДАЮ*  Заместитель директора по  учебной работе АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Б. Чмель  «29» августа 2016 г. |

Организация-разработчик: АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»

Разработчик: **Пантуев С.И.,** преподаватель АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум»

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1:**

**ТЕМА: МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ.**

К выполнению практической работы следует приступить после изучения тем «Закономерности формирования структуры материалов» и «Строение и свойства металлов».

Цель: .Изучение теоретического материала по теме работы

Знать:

- получить представление о стандартных механических характеристиках и некоторых эксплуатационных свойствах металлов;

- основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов.

Уметь:

- точно и полно ответить на вопросы индивидуального задания.

**Задание:**

Ответить на вопросы индивидуального задания

**Вариант 1**

1 . При каком напряжении деформация металла идёт без увеличения нагрузки?  
2. Дайте определение характеристике пластичности ψ.  
3. Какими характеристиками оценивают прочность металла? Как эти характеристики определяются?

**Вариант 2**

1. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.

2. Дайте определение ударной вязкости (КСУ). Опишите методику измерения этой характеристики механических свойств металла.

3. Дайте определение твердости. Какими методами измеряют твер­дость металлов и сплавов? Опишите их.

**Вариант 3**

1. Что такое вязкость?

2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов?

3. В чем различие между упругой и пластической деформацией? между хрупким и вязким разрушением?

**Вариант 4**

1. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?

2. Что такое относительное удлинение (δ, %)? Как определяется эта характеристика механических свойств металла?

3. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается пластичность металлов и сплавов? Как они определяются?

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

**ТЕМА: Изучение диаграммы железо-цементит**

Цель**:** формирование умений исследовать структуру и свойства  
железоуглеродистых сплавов.

Знать:

- основные сведения о кристаллизации и структуре расплавов;

- особенности строения металлов и сплавов;

Уметь:

- анализировать фазовые превращения сплавов.

Оборудование**:** учебник А.А. Черепахина «Материаловедение», таблицы.

Теоретическая часть:  
 Пользуясь диаграммой состояния железо – углерод, можно определить температуры начала и окончания кристаллизации для железоуглеродистого сплава с любой концентрацией. Для этого находят нужную концентрацию, в этой точке восстанавливают перпендикуляр до пересечения с линиями начала и конца кристаллизации. Из полученных точек проводят горизонтали на оси температур и получают нужные критические точки.  
 Состав сплава заданной концентрации при любой температуре можно определить по диаграмме состояния (рис. 10). Для этого из заданной точки нужно провести горизонталь. Зоны, в которые она попадает, укажут на структурные составляющие сплава.  
 Эвтектическому сплаву, получившему название ледебурит, соответствует на диаграмме точка С*.* Ледебурит является механической смесью аустенита и цементита.  
 Сплавы с содержанием углерода менее 4,3 % называются доэвтектическими, сплавы, у которых углерода более 4,3 %, - заэвтектическими. После окончания кристаллизации при температуре 1130 **°**С доэвтектические чугуны будут состоять изаустенита и ледебурита. Заэвтектические чугуны будут состоять из первичного цементита и ледебурита.  
 В интервале температур от 1130 до 723 **°**С в доэвтектических чугунах будет выделяться вторичный цементит. Их структура в этом интервале температур: ледебурит +аустенит + вторичный цементит.  
 Ниже температуры 723 **°**С, когда аустенит превратится в перлит, структура станет такой: ледебурит + перлит + вторичный цементит. При комнатной температуре ледебурит будет состоять из перлита и цементита. Заэвтектические чугуны будут иметь следующую структуру: ледебурит + первичный цементит.  
 В сталях с содержанием углерода 0,83 % распад аустенита происходит при постоянной и притом самой низкой температуре 723 **°**С – точка S. При этом в условиях медленного охлаждения образуется механическая смесь феррита и цементита, которая называется перлитом*.*  
 Стали с содержанием углерода менее 0,83 % называются доэвтектоидными. Заэвтектоидные стали содержат более 0,83 % углерода. Ниже температуры 723 **°**С доэвтектоидная сталь будет иметь структуру: феррит + перлит, а заэвтектоидная сталь – перлит + вторичный цементит.

Задания для работы:

Задание **1.** Охарактеризуйте сплав с содержанием углерода 3 % при температурах 1350, 1180 и 1130 **°**С.

Задание **2.** Пользуясь диаграммой состояния железо-цементит, определите для сплавов с содержанием углерода 0,4; 0,8; 1,3; 2,5 и 4,8 % температуры начала и окончания процесса первичной кристаллизации. Укажите состав этих сплавов между линиями ликвидуса и солидуса и после окончания кристаллизации. Какие из этих сплавов являются сталями, какие – чугунами? Данные сведите в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты решения задачи

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Содержание углерода | Какой сплав | Температура начала кристаллизации | Температура конца кристаллизации | Структура сплава между линиями ликвидуса и солидуса | Структура после завершения первичной кристаллизации |
| 0,4 |  |  |  |  |  |
| 1,3 |  |  |  |  |  |
| 2,5 |  |  |  |  |  |
| 4,8 |  |  |  |  |  |

Задание **3.** Пользуясь диаграммой состояния железоуглеродистых сплавов, укажите, какие превращения происходят в сталях с содержанием углерода 0,45; 0,8 и 1,2 %  
углерода при охлаждении жидкого раствора до комнатной температуры. Для каждого превращения укажите примерные температуры.

Задание **4.** Для чугунов с содержанием углерода 3; 4,3 и 5 % опишите все  
превращения с указанием соответствующих температур (начиная от жидкого раствора до комнатной температуры).

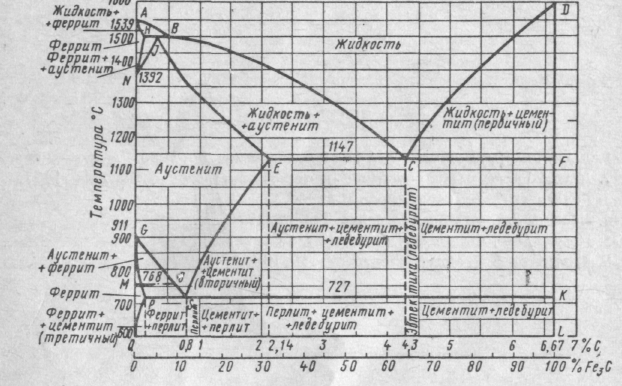


Рис 10 - Диаграмма состояния сплава железо –цементит

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3**

**ТЕМА: ВЫБОР СТАЛИ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Цель**:** формирование умений исследовать структуру и свойства  
железоуглеродистых сплавов.

Знать:

- виды механической, термической, химико-термической обработки металлов и сплавов;

Уметь:

-определять режимы отжига, закалки и отпуска стали;

-подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации;

**Задача №1:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для изготовления валов диаметром 50 мм редуктора. По расчету сталь должна иметь предел прочности:

а) не ниже 600 МПа, ударную вязкость не ниже 0,7 МДж/м2

б) не ниже 800 МПа, ударную вязкость не ниже 0,8 МДж/м2

в) не ниже 900 МПа, ударную вязкость не ниже 0,8 МДж/м2

**Задача №2:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для вала двигателя. Вал должен иметь предел прочности при растяжении не ниже 700 МПа, ударную вязкость не ниже 0,7 МДж/м2 . Диаметр вала:

а) 35 мм; б) 50 мм; в) 120 мм.

**Задача №3:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для вала диаметром 60 мм двигателя. Предел текучести стали должен быть:

а) не ниже 600 МПа, ударную вязкость не ниже 0,7 МДж/м2

б) не ниже 800 МПа, ударную вязкость не ниже 0,8 МДж/м2

**Задача №4:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для шатунов с поперечным сечением стержня 40 мм двигателя внутреннего сгорания. Сталь должна иметь предел прочности при растяжении:

а) не ниже 600 МПа, ударную вязкость не ниже 0,7 МДж/м2

б) не ниже 750 МПа, ударную вязкость не ниже 0,8 МДж/м2

в) не ниже 900 МПа, ударную вязкость не ниже 0,9 МДж/м2

**Задача №5:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для изготовления коленчатых валов с диаметром шейки 60 мм двигателя. Предел текучести стали должен быть:

а) не ниже 600 МПа, ударную вязкость не ниже 0,7 МДж/м2

б) не ниже 750 МПа, ударную вязкость не ниже 0,8 МДж/м2

в) не ниже 850 МПа, ударную вязкость не ниже 0,9 МДж/м2

**Задача №6:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для вала тяжелонагруженного прицепа. Вал должен иметь предел прочности не ниже 700 МПа, ударную вязкость не ниже 0,8 МДж/м2 .

Диаметр вала: а) 40 мм; б) 75 мм; в) 150 мм.

**Задача №7:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для зубчатых колес редуктора диаметром 50 мм. Твердость поверхности зубьев должна быть не ниже HRC 58 … 60, толщина поверхностного твердого слоя 0,7 … 0,9 мм.

Предел текучести в сердцевине должен быть:

а) не ниже 500 МПа;

б) не ниже 600 МПа;

в) не ниже 800 МПа.

**Задача №8:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для стаканов цилиндров мощных дизельных двигателей, которые должны обладать повышенной износостойкостью поверхностного слоя (HV 1000 … 1050); толщина поверхностного твердого слоя 0,30 … 0,35 мм; предел текучести в сердцевине должен быть не ниже 750 МПа.

**Задача №9:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки поршневых пальцев диаметром 50 мм автомобильного двигателя внутреннего сгорания. Поршневые пальцы должны иметь высокую износостойкость поверхности (HRC 58 … 60), толщину поверхностного твердого слоя 1,5 … 1,8 мм. Предел текучести в сердцевине должен быть не ниже 600 МПа.

**Задача №10:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для зубчатых колес редуктора диаметром 30 мм. Твердость поверхности зубьев должна быть HRC 58 … 60; толщина поверхностного твердого слоя 0,30 … 0,35 мм. Предел текучести в сердцевине должен быть не ниже 700 МПа.

**Задача №11:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для поршневого пальца диаметром 15 мм двигателя мотоцикла. Поршневые пальцы должны иметь высокую износостойкость поверхности (HRC 58 … 60) и предел текучести в сердцевине не ниже 650 МПа. Толщина поверхностного твердого слоя 1,5 … 1,6 мм.

**Задача №12:**

Выбрать марку стали, вид и режим термическойобработки для зубчатых колес диаметром 60 мм коробки перемены передач. Твердость поверхности зубьев должна быть не ниже HRC 58; толщина поверхностного твердого слоя 0,6 … 0,8 мм. Предел текучести в сердцевине должен быть не ниже 600 МПа.

**Методические указания к решению задачи**

**Задание № 1:**

На вал машины диаметром 40 мм действуют напряжения кручения и изгиба. Предел текучести материала в середине детали должен быть σ0,2 ≥ 800 МПа.

**Требуется:**

1. Обосновать выбор упрочняющей термической обработки детали.
2. Обосновать выбор группы и марки стали.
3. Обосновать условия и режим термообработки.
4. Выбрать нагревательное устройство.
5. Составить технологическую маршрутную карту обработки детали.

**Решение:**

Исходя из условий задачи видно, что на деталь действуют напряжения изгиба и кручения, т.е. деталь находится в сложнонапряженном состоянии. Принимаем объемное упрочнение и назначаем термическую обработку, состоящую из полной закалки и высокого отпуска.

Используем группу улучшаемых конструкционных сталей, у которых прокаливаемость при закалке не менее 40 мм. Исходя из заданных численных значений предела текучести σ0,2 ≥ 800 МПа, принимаем группу стали для высоконагруженных деталей машин. Предварительно выбираем хромоникелевую сталь марки 40ХН. Проверка по справочным данным показала, что использование стали 40ХН при d = 40 мм обеспечивает σ0,2 ≥ 800 МПа. После проведенного анализа назначаем окончательно марку стали 40ХН и операции упрочняющей термической обработки, включающие полную закалку и высокий отпуск.

Назначаем *режимы термической обработки.*

*Режим закалки:*

Температура нагрева:

tнагр = tАс3 +(30…50) = 820 + (30…50) =850…870 0С;

время нагрева и выдержки для размера сечения 40 мм составляет при норме 1 мин./мм:

1 мин./мм × 40 мм = 40 мин;

Охлаждающая среда – минеральное масло.

*Режим отпуска:*

По справочным материалам для стали 40ХН с целью обеспечения σ0,2 ≥ 800 МПа назначаем температуру отпуска 550 0С. В качестве *нагревательных устройств* принимаем:

*Закалка:* камерная печь серии СНО с электрическим нагревом и воздушной атмосферой типа СНО-4.8.2,5/10, tmax=1000 0С.

*Отпуск:* шахтная печь серии ПН с электронагревом и воздушной атмосферой типа ПН-32, tmax=650 0С.

Составим технологическую маршрутную карту на операции термообработки.

*Таблица 57.*

*Маршрутная карта термической обработки*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разраб. | | Коробова Н.В. | НГТУ | |  |
| Согл. | |  |
| Утв. | | Сорокин В.К. | Вал | |  |
| МО1 | | Сталь 40ХН ГОСТ4543-71 | | σ0,2 = 800 МПа,  d=40 мм | |
| МО2 | |  | |
| А 03 | Закалка полная | | | | |
| Б 04 | Электропечь СНО-4.8.2,5/10 | | | | |
| О 05 | Закалить деталь | | | | |
| Т 06 | Поддон | | | | |
| 07 |  | | | | |
| А 08 | Отпуск высокотемпературный | | | | |
| Б 09 | Электропечь ПН-32 | | | | |
| О 10 | Отпустить деталь | | | | |
| Т 11 | Корзинка, подвеска | | | | |
| 12 |  | | | | |
| 13 |  | | | | |
| 14 |  | | | | |
| 15 |  | | | | |
| МК |  | | | | |

**Задание № 2:**

Выбрать марку стали, вид и режим термической обработки для зубчатых колес диаметром 60 мм коробки перемены передач. Твердость поверхности зубьев должна быть не менее HRC 58; толщина поверхностного твердого слоя 0,8…1,0 мм.

Предел текучести в сердцевине должен быть не менее 600 МПа.

**Требуется:** обосновать выбор марки стали, упрочняющей термической обработки. Назначить режимы проведения обработки, нагревательные устройства. Составить технологическую маршрутную карту термической обработки детали.

**Решение:** В соответствии с заданием выбираем поверхностное упрочнение: цементация, закалка и низкий отпуск. Типовая глубина упрочняемого слоя в данном случае составит 1,5…1,8 мм, что удовлетворяет заданным условиям. Выбираем сталь марки 20Х.

Упрочнение детали осуществляется проведением цементации, закалки и низкого отпуска. В соответствии со справочными данными это позволяет получить для стали 20Х предел текучести σ0,2 = 700 МПа.

Принимаем на основе анализа цементуемую сталь 20Х.

**Назначение режимов термообработки.**

*Режим цементации:*

Температура нагрева – 930 0С; время цементации составит 9 часов; науглероживающая среда – эндогаз.

*Режим закалки:*

Температура нагрева – 850 0С; среда охлаждения – минеральное масло.

*Режим отпуска:*

Закаленные детали подвергают отпуску при 160…180 0С в течение 1 часа.

**Выбор нагревательных устройств.**

*1. Цементация.*

Шахтная печь Ц-105. Вид нагрева – электрический. Атмосфера – науглероживающая. Максимальная температура 950 0С.

*2. Закалка.*

Камерная печь СНО-4.8.2,5/10. Вид нагрева – электрический. Атмосфера – воздушная. Максимальная температура 1000 0С.

*3. Отпуск.*

Шахтная печь ПН-32. Вид нагрева – электрический. Атмосфера – воздушная. Максимальная температура 650 0С.

Составляем технологическую маршрутную карту на операции цементации и термической обработки цементованных деталей.

*Таблица 58*

*Маршрутная карта термической обработки*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разраб. | | Сдобняков Е.В. | НГТУ | |  |
| Согл. | |  |
| Утв. | | Сорокин В.К. | Зубчатое колесо | |  |
| МО1 | | Сталь 20Х ГОСТ4543 | | Диаметр 60 мм  σ0,2 = 800 МПа, | |
| МО2 | |  | |
| А 03 | Цементация | | | | |
| Б 04 | Шахтная печь Ц-105 | | | | |
| О 05 | Цементовать деталь | | | | |
| Т 06 | Корзинка, подвеска | | | | |
| 07 |  | | | | |
| А 08 | Закалка | | | | |
| Б 09 | Электропечь СНО-4.8.2,5/10 | | | | |
| О 10 | Закалить деталь | | | | |
| Т 11 | Поддон | | | | |
| 12 |  | | | | |
| А 13 | Отпуск высокотемпературный | | | | |
| Б 14 | Электропечь ПН-32 | | | | |
| О 15 | Отпустить деталь | | | | |
| МК |  | | | | |

##### **Справочные материалы**

*Таблица 47*

Нагревательные устройства термических производств

машиностроения (примеры)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозна-чение серии | Тип нагревательного устройства | Конструк-ция устройства | Характер среды | Максимальная рабочая температура, 0С | Назначение  при термообработке |
| Вид нагрева – электрический | | | | | |
| СНО | СНО-4.8.2,5/10 | камерная | воздушная атмосфера | 1000 | закалка,  отжиг |
| СН3 | СН3-3.6.2/10 | камерная | защитная атмосфера | 1000 | закалка,  отжиг |
| ОКБ | ОКБ-210 | камерная | защитная атмосфера | 1300 | закалка |
| СШ3 | СШ3-6.6/7 | шахтная | защитная атмосфера | 700 | отпуск  закаленных изделий |
| ПН | ПН-32 | шахтная | воздушная атмосфера | 650 | отпуск  закаленных изделий |
| Ш | Ш-30 | шахтная | воздушная атмосфера | 950 | закалка |
| Ц | Ц-105Б | шахтная | науглероживающая атмосфера | 950 | цементация |
| США | США-6.6/6 | шахтная | аммиак | 600 | азотирование |
| СВС | СВС-2.4.4/10 | ванна электродная | расплавленная соль | 1000 | закалка |
| СВГ | СВГ-20/8,5 | печь-ванна | расплавленная соль | 850 | отпуск  закаленных изделий |
| Вид нагрева – индукционный | | | | | |
| МГ3 | МГ3-208АК | машинный генератор ТВЧ | воздух | частота тока  8000 Гц | поверхностная индукционная  закалка |

*Таблица 48*

Время нагрева и выдержки в электрических и газовых печах,

соляных ваннах при закалке стали

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сечение поперечное (диаметр детали), мм | Продолжительность, мин | | | | |
| Печи  электрические | Печи газовые | | Соляные ванны  (жидкая среда) | |
| Нагрев и  выдержка | Нагрев | Выдержка | Нагрев | Выдержка |
| 25 | 1,0 на 1 мм  сечения | 20 | 5 | 7 | 3 |
| 50 | 40 | 10 | 17 | 8 |
| 100 | 80 | 20 | 33 | 17 |
| 150 | 120 | 30 | 50 | 25 |
| 200 | 160 | 40 | 65 | 35 |

Таблица 49

Группы улучшаемых конструкционных сталей по степени нагруженности

деталей машин и механическим свойствам после закалки и высокого отпуска

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Улучшаемые стали  (основные разновидности, примеры марок) | Механические свойства сердцевины | |
| Предел  прочности,  σв, МПа | Предел  текучести,  σ0,2, МПа |
| 1**. Малонагруженные детали машин** (прокаливаемость при закалке в сечениях до 10-12 мм; σ0,2 < 600 МПа). | | |
| Углеродистые стали марок 35,40,45 | 600…700 | 400…600 |
| 2. **Средненагруженные детали машин** (прокаливаемость при закалке в  сечениях до 20-50 мм; σ0,2 < 850 МПа). | | |
| Хромистые: 40Х, 45Х  Марганцовистые: 45Г2  Хромомарганцовистые (дополнительно вводят титан или бор): 30ХГТ; 40ХГР | 900…1100 | 700…850 |
| 3. **Высоконагруженные детали машин** (прокаливаемость при закалке в  сечениях до 75-100 мм; σ0,2 < 1100 МПа). | | |
| Хромоникелевые: 40ХН  Хромоникельмолибденовые: 40ХН2М  Хромоникельмолибденованадиевые: 38ХН3МФА | 1000…1200 | 800…1100 |

Таблица 50

Механические свойства некоторых типовых конструкционных

среднеуглеродистых сталей после закалки и высокого отпуска

при температуре 540…600 0С

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка улучшаемой стали | Оптовая  цена\* | tзак, 0С | Среднее значение критического диаметра,  мм\*\* | Предназначены для деталей с поперечным сечением, мм | Механические свойства | | |
| σ0,2, МПа | σв, МПа | НВ |
| 40 | 1,0 | 830 | 12 | 15…20 | 450 | 660 | 167…207 |
| 45 | 1,0 | 810 | 12 | 15…20 | 490 | 730 | 205…210 |
| 40Х | 1,2 | 860 | 15 | 25…35 | 800 | 900 | 163…168 |
| 40ХН | 1,6 | 820 | 25 | 50…75 | 800 | 1000 | 166…170 |
| 30ХГС | 1,4 | 880 | 25 | 50…75 | 980 | 1080 | 207…217 |
| 40ХН2М | 2,1 | 850 | 100 | 75…100 | 950 | 1050 | 280…310 |
| 38ХН3МФА | 2,6 | 850 | 100 | 100…200 | 1070 | 1150 | 230 |

Примечания:

\* Относительные единицы: за 1,0 принята оптовая цена углеродистой качественной стали;

\*\* Диаметр образца, закаливающегося насквозь с получением в центре микроструктуры из 90% мартенсита и 10% троостита.

Таблица 51

Основные способы поверхностного упрочнения деталей машин

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Типовая глубина упрочняемого слоя, мм | Упрочняющая обработка | Твердость  поверхностного слоя | |
| HV | HRC |
| 0,1…0,2 | Борирование | 1800…2000 | - |
| 0,3…0,5 | Азотирование | 850…1050 | 65…68 |
| 0,2…0,8 | Нитроцементация, закалка и низкий отпуск | - | 58…64 |
| 0,5…1,0 | Лазерное термоупрочнение | 950…1200 | 67…72 |
| 1,5…1,8 | Цементация, закалка и низкий отпуск | - | 58…62 |
| 1,5…2,0 | Объемно-поверхнастная  закалка и низкий отпуск | - | 58…61 |
| 1,6…5,0 | Поверхностная индукционная  закалка ТВЧ и низкий отпуск | - | 45…55 |

Таблица 52

Группы цементуемых конструкционных сталей по степени

нагруженности деталей машин и механическим свойствам

сердцевины деталей после цементации, закалки и низкого отпуска

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Типовые примеры  марок цементуемых сталей | Механические свойства сердцевины  деталей | |
| Предел прочности  σв, МПа | Предел текучести  σ0,2, МПа |
| **1. Малонагруженные детали машин** (прокаливаемость при закалке малая; σ0,2 < 300 МПа) | | |
| Углеродистые стали марок 10, 15, 20 | 380…460 | 245…300 |
| **2. Средненагруженные детали машин (**прокаливаемость при закалке в  сечениях 10…20 мм; σ0,2 < 700 МПа) | | |
| Легированные стали марок 15Х, 20Х, 15ХР, 20ХН и др. | 730…830 | 590…700 |
| **3. Высоконагруженные детали машин** (прокаливаемость при закалке в зависимости от марки стали от 20 до 100 мм; σ0,2 < 1080 МПа) | | |
| Легированные стали марок 25ХГТ, 20ХГР, 25ХГМ, 12ХН3А, 12Х2Н4А, 15ХГН2ТА, 20ХН2М и др. | 980…1270 | 830…1080 |

Таблица 53

Характеристики основных видов поверхностного упрочнения

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операции упрочняющей термической обработки | Типовая глубина упрочняемого слоя | | Твердость поверхностного слоя | | Поперечное сечение детали, мм | Предел текучести сердцевины  σ0,2, МПа | Примеры  типовых марок  сталей |
| HV | HRC |
| Химико-термическая обработка | | | | | | | |
| Цементация,  закалка и низкий  отпуск | | 1,5…1,8 | - | 58…62 | До 50…60 | 390…830 | 20Х, 25ХГТ, 20ХН2М  и др. |
| Нитроцемен-тация, закалка и низкий  отпуск | | 0,2…0,8 | - | 58…64 | До 30 | 930 | 35Х, 25ХГМ,  и др. |

Продолжение таблицы 53

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Борирование | 0,1…0,2 | 1800…  2000 | - | До 150 | Зависит от  марки  стали и термообработки | | Конструк-ционные стали (40Х, 30ХГСА  и др.) |
| Азотирование | 0,3…0,5 | 850…  1050 | 65…68 | До 60…200 | 880…590 | | 38Х2МЮА и др. |
| Поверхностная термическая обработка | | | | | | | |
| Поверхностная индукционная закалка (закалка с нагревом ТВЧ) и низкий отпуск | 1,6…5,0 | - | 45…55 | 40…100 | | 375 | 40Х, 45 и др. |
| Объемно-поверхностная индукционная закалка с глубинным нагревом и низкий отпуск | 1,5…2,0 | - | 58…61 | 6 | | 1850 | 55ПП |
| Лазерная закалка (термоупрочнение) и низкий отпуск | 0,5…1,0 | 950…  1200 | 67…72 | 16…25 | | 460…780 | 45, 45Х  и др. |

Таблица 54

Механические свойства в сердцевине некоторых типичных цементуемых

сталей после цементации и низкого отпуска при 180…200 0С

(по данным Ю.М. Лахтина)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка  стали | Рекомендуемое максимальное поперечное рабочее сечение, мм | Температура  закалки, 0С | Механические свойства | | | |
| σв, МПа | σ0,2, МПа | δ,  % | Ψ,  % |
| 20Х | 35 | 820 | 650 | 800 | 11 | 40 |
| 18ХГТ | 35 | 870 | 900 | 1000 | 9 | 50 |
| 20ХГР | 40…60 | 880 | 800 | 1000 | 9 | 50 |
| 20ХГМ | 60…80 | 860 | 1100 | 1200 | 10 | 45 |
| 30ХГТ | 60…80 | 850 | 1300 | 1500 | 9 | 40 |
| 12Х2Н4А | 100…120 | 800 | 110 | 1300 | 9 | 45 |
| 18Х2Н4МА | более 120 | 860 | 850 | 1150 | 12 | 50 |

Таблица 55

Данные по поверхностной индукционной закалке

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр  изделия, мм | Рекомендуемая  глубина  закаленного слоя, мм |  | Глубина  закаленного слоя, мм | Рекомендуемая частота тока, Гц |
| 40 | 1,6…3,1 |  | 1,5 | 25000\* |
| 60 | 2,3…3,9 |  | 2,0 | 15000\* |
| 80 | 2,6…4,5 |  | 3,0 | 8000\*\* |
| 100 | 2,9…5,0 |  | 4,0 | 4000\*\* |

Генератор тока: \* ламповый или

машинный; \*\* машинный.

# Некоторые виды поверхностного упрочнения деталей машины

**Газовая цементация**. При проведении цементации используются различные науглероживающие газы и жидкие карбюризаторы (бензол, кероснн, синтин и др.), которые подают каплями в шахтные печи; при их разложении образуется газ (расход газа 0,9…1,2 м3/ч). В массовом производстве (автомобилестроение и др.) часто применяют получаемый в генераторах эндотермический газ (эндогаз) состава (мас. %): 19...23 СО; 1СН4; 0,2СО2; 39…44 Н2; 33…37 N2. Для эндогаза существует функциональная зависимость между достигаемым при цементации содержанием углерода в стали и количеством Н2О или СО2 в газе, что позволяет автоматически регулировать состав газа для получения требуемого содержания углерода в поверхностном слое деталей (обычно 0,8...1,1 % С).

Температура газовой цементации составяяет 910...930 0С. Продолжительность процесса зависит, кроме глубины слоя, также от ряда других факторов: состава газа, величины садки в печи, толщины деталей и др. На скорость цементации оказывает влияние и химический состав цементуемых легированных сталей. Данные ЗИЛа при газовой цементации деталей из стали 25ХГТ в безмуфельной печи СЩЦ при 930 0С. (табл. 56).

*Таблица 56*

Глубина слоя и время цементации

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Глубина слоя, мм | 0,5…0,7 | 0,6…0,9 | 0,9…1,3 | 1,2…1,6 |
| Время цементации, часов | 6 | 7 | 9 | 12 |

В промышленности широко применяют следующую технологию газовой цементации: первый этап - более активная цементация в смеси эндогаза с добавками природного газа; второй этап - цементация только в эндогазе. Это сокращает общую продолжительность цементации. Для газовой цементации применяются периодические шахтные электропечи серии Ц и печи непрерывного действия. В шахтных печах внутрь нагревательной камеры устанавливается реторта, в которую помещаются детали и подается жидкий карбюризатор (40…60 капель/мин). При цементации в шахтных печах глубина слоя 1,3…1,6 мм достигается за 6…8 часов при 920 0С.

**Термическая обработка цементированных деталей.** При проведении газовой цементации в печах непрерывного действия после ее завершения, детали несколько охлаждают в печи до 830…860 °С (подстуживание), т.е. до температуры закалки выше Ас3 сердцевины деталей, а затем закаливают с охлаждением в минеральном масле (легированные стали). После цементации в шахтных печах детали обычно охлаждают на воздухе до комнатных температур, а далее закаливают отдельно с нагревом в других печах без защитной атмосферы. Закаленные детали подвергают отпуску при 160…180 °С в течение 1…2 часов. Используются и другие разновидности цементации и схемы термической обработки, рассматриваемые в литературе по термической обработке.

**Нитроцементация.** Процесс насыщения поверхностных слоев деталей углеродом (0,65…0,95 %) и азотом (0,35…0,40 %) ведется в печах непрерывного действия в газовой среде из 80…90 % зндогаза, 5…8 % природного газа; 2…7 % аммиака при 840…870 °С. Длительность процесса при 850 °С для получения слоя 0,5…0,7 или 0,8…1,0 мм составляет соответственно 5 и 9 ч. Далее детали несколько подстуживают до 820...830°С и проводят ступенчатую закалку с охлаждением в масляной или щелочной ванне ("горячая'' среда с температурой 170…190°С), а затем низкий отпуск при 160…180°С. Нитроцементация может проводиться в шахтных печах с подачей каплями жидкого триэтаноламина (С2Н3О)N.

**Азотирование деталей из легированных сталей.** Процесс азотирования применяют для деталей, работающих на износ и воспринимающих знакопеременные нагрузки (детали дизелей, авиамоторов и др.). Применение при азотировании имеет специальная сталь 38Х2МЮА и др. С целью ускорения процесса, используют двухступенчатый режим азотирования в диссоциированном аммиаке: I - при 500...520 °С 12 ч (степень диссоциации аммиака 20…40 %}; 2 - при 550…570 °С 42 ч (степень диссо­циации 50…60 %). При этом обеспечивается глубина слоя 0,5…0,7 мм и твердость поверхностного слоя по Виккерсу НV 950…1000. После азотирования дополнительную термообработку не проводят. Для азотирования широко применяются шахтные печи. Внутри нагревательной камеры устанавливается герметически закрытая реторта (муфель), в которую из баллона подается аммиак. Аммиак при нагреве диссоциирует с образованием атомов азота и водорода.

Снижение продолжительности азотирования в 1,6…2,0 раза достигается в случае применения ионного азотирования в тлеющем разряде. Деталь подключают в качестве катода в цепь постоянного тока высокого напряжения 500…1500 В, а анод помещают над деталями или вокруг них. В герметичную камеру вводят аммиак и поддерживают низкое давление.

Возбуждается тлеющий разряд, атомы азота ионизируются и бомбардируют поверхность детали, нагревая ее до 500…550 °С и насыщая азотом.

**Лазерное термоупрочнение.** При термической обработке лазерным нагревом используются газовые и твердотельные лазерные установки, которые имеют системы транспортировки и фокусировки луча лазера, механизмы перемещения изделий по заданному режиму. При воздействии лазерного луча на поверхность происходит поглощение и передача энергии высокой концентрации тонкому поверхностному слою, соответствующий нагрев выше Ас1 и Ас3, возможно плавление и переход в жидкое состояние тонкого поверхностного слоя. В процессе охлаждения нагретого участка путем теплоотвода холодной массой изделия без применения специальной охлаждающей среды, создается скорость охлаждения до 1000 градусов в секунду (υохл.>> υкрит.зак.), происходит фазовое превращение аустенита в мартенсит, то есть закалка. Непосредственно у поверхности микроструктура состоит из мелкоигольчатого мартенсита, небольшого количества остаточного аустенита и высокодисперсных карбидов. В более глубокой переходной зоне образуется структура из мартенсита, троостита и карбидов.

При лазерной обработке в непрерывном режиме параметрами технологии являются мощность излучения Nизд., диаметр пятна луча D, скорость перемещения V луча относительно обрабатываемой поверхности изделия (по ГОСТ ЕСТД 3.1405-86).

Для деталей из стали 45 при Nизд = 700…1000 Вт, V = 4....12 мм/с, глубина закаленного слоя δ=0,5... 1,0 мм (по данным ЭНИМС). Штампы из стали У8 обрабатывали при Nизд = 600 Вт, V =12 мм/с, D=3 мм с получением δ=0,9 мм; твердость поверхности составляет НV 950…1100 МПа.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

**ТЕМА: РАСШИФРОВКА ОБОЗНАЧЕНИЯ МАРОК СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ**

Цель**:** Развитие умений классифицировать, расшифровывать и характеризовать  
область применения сплавов сталей и чугунов.

Знать:

- классификацию, основные виды, маркировку, область применения и виды обработки конструкционных материалов, основные сведения об их назначении и свойствах, принципы их выбора для применения в производстве;

Уметь:

- определять свойства и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы, применяемые в производстве, по маркировке, внешнему виду, происхождению, свойствам, составу, назначению и способу приготовления.

**Порядок выполнения работы**1. Изучить характеристики и расшифровку марок стали и чугунов, изложенных в теоретической части работы.

2. Произвести расшифровку предложенных марок материалов таблицы 1, полученные результаты записать в таблицу 2.

3. Оформить отчёт работы.

***1. Задания для практической работы:***

Произвести расшифровку марок сталей и и чугунов из таблицы 1

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| 1) 15ХСНД | 9) СЧ15 |
| 2) ХН70Ю | 10) КЧ45-7 |
| 3) 18Х2Н4МА | 11) ВЧ70 |
| 4) У8 | 12) АЧВ |
| 5) А20 | 13) ЧН20Д2ХШ |
| 6) ШХ4 | 14) ЧС17 |
| 7) 40ХГСН3ВА | 15) ЧН19ХЗ |
| 8) Ст5Гпс3 | 16) ПВК2 |

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Марка | Химические элементы и их содержание |
| 1 | Пример сталь Р6М5Ф3 | Сталь быстрорежущая (Р), содержит 6% вольфрама, 5% молибдена (М) и 3% ванадия (Ф). Твердость - 269НВ, температура критических точек материала - 815.0 Из сплава изготавливают режущий инструмент при обработки легированных и нелегированных сталей. |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |

**2.Теоретическая часть:**

Чугуны.

Чугун – сплав железа с углеродом, содержащий более 2,14% углерода, постоянные примеси.

Они мало пластичны, не прокатываются и не куются. Чугуны обладают пониженной температурой плавления и хорошими литейными свойствами. За счет этого из чугунов можно делать отливки значительно более сложной формы, чем из сталей

Разновидности чугунов

В зависимости от того, какой формы присутствует углерод в сплавах, различают белые, серые, ковкие и высокопрочные чугуны.

Белый чугун

Такое название он получил по виду излома, который имеет матово-белый цвет. Весь углерод в этом чугуне находится в связанном состоянии в виде цементит. Белые чугуны имеют большую твердость (НВ450-550)и , как следствие этого, они очень хрупкие и для изготовления деталей машин не используются.

Высокая твердость белого чугуна обеспечивает его износостойкость, в том числе и при воздействии агрессивных сред. Это свойство учитывают при изготовлении из него поршневых колец. Однако белый чугун применяют главным образом для отливки деталей на ковкий чугун, поэтому его называют передельным.

Серый чугун

В сером чугуне углерод находится в виде графита пластинчатой формы..

Серые чугуны маркируются сочетанием букв «С» - серый, «Ч»- чугун и цифрами, которые обозначают временное сопротивление разрыву при растяжении в Мпа.

Высокопрочный чугун

Отличительной особенностью высокопрочного чугуна являются его высокие механические свойства, так как структура углерода в нем - шаровидный графит. Это повышает прочность чугуна и позволяет получить сплавы с достаточно высокой пластичностью и вязкостью.

Обозначение марки включает буквы «В» - высокопрочный, «Ч» - чугун и цифры, обозначающие временное сопротивление разрыву при растяжении в Мпа.

Ковкий чугун

Ковкими называют чугуны, в которых графит имеет хлопьевидную форму. Несмотря на свое название, они никогда не подвергаются ковке. Конфигурация детали из ковкого чугуна определяется формой отливки. Ковкие чугуны маркируют «К» - ковкий, «Ч» - чугун и цифрами. Первая группа цифр показывает предел прочности чугуна при растяжении, МПа: вторые – относительное удлинение при разрыве в %.

Чугуны со специальными свойствами

В зависимости от назначения различают износостойкие, антифрикционные, жаростойкие и коррозионностойкие чугуны.

Износостойкие (антифрикционные ) чугуны

Обозначают сочетанием букв АЧС, АЧК, АЧВ. Буквы С, К, В обозначают вид чугуна: серый, ковкий, высокопрочный. Цифра обозначает номер чугуна. Для легирования антифрикционных чугунов применяют хром, никель, медь, титан.

Жаростойкие и жаропрочные чугуны

Обозначают набором заглавных букв русского алфавита и следующими за ними букв. Буква «Ч» - чугун.

Буква «Ш», стоящая в конце марки означает шаровидную форму графита. Остальные буквы означают легирующие элементы, а числа, следующие за ними, соответствуют их процентному содержанию в чугуне.

Жаростойкие чугуны применяют для изготовления деталей контактных аппаратов химического оборудования, работающих в газовых средах при температуре 900-11000 С.

Короозионностойкие чугуны обладают высокой стойкостью в газовой, воздушной и щелочных средах. Их применяют для изготовления деталей узлов трения, работающих при повышенных температурах.

В настоящее время практически ничего не изменилось и в производства разновидности чугуна маркируются следующим образом:  
1. передельный чугун — **П1, П2**;  
2. передельный чугун для отливок — **ПЛ1, ПЛ2,**  
3. передельный фосфористый чугун — ПФ1, ПФ2, ПФ3,  
4. передельный высококачественный чугун — ПВК1, ПВК2, ПВК3;  
5. чугун с пластинчатым графитом — **СЧ** (цифры после букв «СЧ», обозначают величину временного сопротивления разрыву в кгс/мм);  
6. антифрикционный чугун  
7. антифрикционный серый **— АЧС,**  
8. антифрикционный высокопрочный — **АЧВ**,  
9. антифрикционный ковкий — **АЧК**;  
10. чугун с шаровидным графитом для отливок — **ВЧ** (цифры после букв «ВЧ» означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм);  
11. чугун легированный со специальными свойствами — **Ч**.

Стали**.**

Сталь - сплав железа с углеродом, содержащий углерода не более 2,14 %, а также ряд других элементов

Для правильного прочтения марки необходимо учитывать ее место в классификации стали по химическому составу, назначению, качеству, степени раскисления, по химическому составу стали подразделяют на углеродистые и легированные.

Стали по назначению делят на конструкционные, инструментальные и стали специального назначения с особыми свойствами.

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

**Классификация по степени раскисления.**Стали по степени раскисления классифицируют на спокойные, полуспокойные и кипящие.

Таблица 1. – Классификация сталей

Стали по химическому составу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Углеродистые | | | | Легированные | |
| низкоуглеродистые (до 0,25% С), | | | | низколегированную (с суммарным | |
| среднеуглеродистые (0,25-0,6%С | | | | содержанием легирующих элементов | |
| высокоуглеродистые (более 0,6% | | | | до 2,5%), |  |
| С). |  |  |  | среднелегированную (от 2,5до 10%) и | |
|  |  |  |  | высоколегированную (свыше 10%). | |
|  | По назначению | | | |  |
| инструментальные | | |  | конструкционные | |
|  |  |  |  | |  |
|  | По качеству (содержанию вредных примесей) | | | | |
|  |  |  | | |  |
| обык- | качественные | высококачественные | | | особо |
| новенного | — до 0,035% S | - не более 0,025% S | | | высококачественные |
| качества | и 0,035% Р |  | | и 0,025% Р, | - не более 0,015% S |
| содержат до |  |  |  |  | и 0,025% Р. |
| 0,06% S и |  |  |  |  |  |
| 0,07% Р, |  |  |  |  |  |

**Конструкционные стали**– стали, предназначенные для изготовления различных деталей, узлов механизмов и конструкций.

**Инструментальные стали**– стали, применяемые для обработки материалов резанием или давлением, а также для изготовления измерительного инструмента

**Специальные стали**— это высоколегированные (свыше 10%) стали, обладающие особыми свойствами - коррозионной стойкостью, жаростойкостью, жаропрочностью, износостойкостью и др.

Для правильного прочтения марки необходимо учитывать ее место в классификации стали по химическому составу, назначению, качеству, степени

раскисления по химическому составу стали подразделяют на углеродистые илегированные.

Стали по назначению делят на конструкционные, инструментальные и стали специального назначения с особыми свойствами.

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

**Классификация по степени раскисления.**Стали по степени раскисления классифицируют на спокойные, полуспокойные и кипящие.

Таблица 1. – Классификация сталей

Стали по химическому составу

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Углеродистые | | | Легированные | |
| низкоуглеродистые (до 0,25% С), | | | низколегированную (с суммарным | |
| среднеуглеродистые (0,25-0,6%С | | | содержанием легирующих элементов | |
| высокоуглеродистые (более 0,6% | | | до 2,5%), | |
| С). | | | среднелегированную (от 2,5до 10%) и | |
|  | | | высоколегированную (свыше 10%). | |
| По назначению | | | | |
| инструментальные | | | конструкционные | |
| По качеству (содержанию вредных примесей) | | | | |
| обык- | качественные | высококачественные | | особо |
| новенного | — до 0,035% S | - не более 0,025% S | | высококачественные |
| качества | и 0,035% Р | и 0,025% Р, | | - не более 0,015% S |
| содержат до |  |  | | и 0,025% Р. |
| 0,06% S и |  |  | |  |
| 0,07% Р, |  |  | |  |

**Конструкционные стали**– стали, предназначенные для изготовления различных деталей, узлов механизмов и конструкций.

**Инструментальные стали**– стали, применяемые для обработки материалов резанием или давлением, а также для изготовления измерительного инструмента

**Специальные стали**— это высоколегированные (свыше 10%) стали, обладающие особыми свойствами - коррозионной стойкостью, жаростойкостью, жаропрочностью, износостойкостью и др

|  |  |
| --- | --- |
| А | Группа сталей, поставляемая с гарантированными |
|  | механическими свойствами. Обычно при обозначении |
|  | сталей букву А опускают |
| Б | Группа сталей, поставляемая с гарантированным |
|  | химическим составом |
| В | Группа сталей, поставляемая с гарантированными |
|  | химическим составом и механическими свойствами |
| Ст | Сокращенное обозначение термина «сталь» |
| 0-6 | Условные марки стали |
| Г | Наличие буквы Г после номера стали означает повышенное |
|  | содержание марганца |
| Кп | Сталь «кипящая», раскисленная только ферромарганцем |
| Пс | Сталь «полуспокойная», раскисленная ферромарганцем и |
|  | алюминием |
| Сп | Сталь «спокойная», то есть полностью раскисленная. |

**Обозначение углеродистых качественных конструкционных сталей**

Качественная конструкционная сталь – сталь с заметно меньшим содержанием серы, фосфора и других вредных примесей. Обозначается согласно ГОСТ 1050-88.

Сталь маркируют двузначными числами, которые обозначают содержание углерода в сотых долях процента, и поставляют с гарантированными показателями химического состава и механических свойств*.*По степени раскисления сталь подразделяют на кипящую (кп), полуспокойную (пс), спокойную (без указания индекса). Буква Г в марках сталей указывает на повышенное содержание марганца (до 1%).

Примеры обозначения и расшифровки

Сталь 05кп –стальконструкционная низкоуглеродистая, качественная, содержащая углерода 0,05%, кипящая.

**Автоматные стали Обозначение автоматных сталей**

По ГОСТ 1414-75эти стали маркируют буквой А и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Применяют следующие марки автоматной стали: А12,А20, АЗО, А40Г. Из стали А12 готовят неответственные детали, из стали других марок — более ответственные детали, работающие при значительных напряжениях и повышенных давлениях. Сортамент автоматной стали предусматривает изготовление сортового проката в виде прутков круглого, квадратного и шестигранного сечений. Эти стали не применяют для изготовления сварных конструкций.

Котельные стали. Стали листовые для котлов и сосудов, работающих под давлением, применяют для изготовления паровых котлов, судовых топок, камер горения газовых турбин и других деталей. Они должны работать при переменных давлениях и температуре до 450"С. Кроме того, котельная сталь должна хорошо свариваться. Для получения таких свойств в углеродистую сталь вводят технологическую добавку (титан) и дополнительно раскисляют ее алюминием. Выпускают следующие марки углеродистой котельной стали 12К, 15К, 16К, 18K.20K.22Kc содержанием в них углерода от 0,08 до 0,28%.

Эти стали поставляют в виде листов с толщиной до 200 мм и поковок в состоянии после нормализации и отпуска.

Примеры обозначения и расшифровка

АС12ХН – сталь автоматная легированная, низкоуглеродистая, содержащая 0,12 % углерода, 1% хрома и никеля.

**Инструментальные углеродистые стали**

**Обозначение инструментальных углеродистых сталей**

Инструментальный углеродистые стали маркируют в соответствии с ГОСТ 1435-90.

Инструментальные углеродистые стали выпускают следующих марок: У7.У8ГА.У8Г, У9, У 10, У 11, У 12 и У 13. Цифры указывают на содержание углерода в десятых долях процента. Буква Г после цифры означает, что сталь имеет повышенное содержание марганца. Марка инструментальной углеродистой стали высокого качества имеет букву А.

Примеры обозначения и расшифровки:

1У12 – сталь инструментальная, высокоуглеродистая, содержащая 1,2% углерода, качественная.

**Легированные стали**

***Легированной***называют сталь со специально введенным одним или более легирующим элементом.

Легированные стали муркируются комбинацией цифр и заглавных букв алфавита. В обозначении нет слова «сталь» или символа «Ст». Например, 40Х, 38ХМ10А, 20Х13. Первые две цифры обознаяают содержание углерода в сотых долях процента. Следующие буквы являются сокращенным обозначением элемента. Цифры, стоящие после букв, обозначают содержание этого элемента в целых процнтах. Если за буквой не стоит цифра, значит содержание этого элемента до 1%.

Таблица 4. – Обозначение элементов марка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ю-AlАлюминий | C-SiКремний | А- N Азот |
| Р-ВБор | Г- Mn Марганец | Д –CuМедь |
| Ф-VВанадий | М-МоМолибден | Е-SeСелен |
| В-Wвольфрам | Н-NiНикель | Ц-ZrЦирконий |
| Ж-FeЖелезо | T-TiТитан | Б-NbНиобий |
| К- Co Кобальт | Та - Тантал | \_Ххром |

Для изготовления *измерительных инструментов*применяютX, ХВГ. Стали для штампов: 9Х, Х12М, 3Х2Н8Ф.

Стали для ударного инструмента: 4ХС, 5ХВ2С.

Все быстрорежущие стали являются высоколегированными. Это стали для оснащения рабочей части резцов, фрез, сверл и т.д.

Маркировка быстрорежущих сталей всегда начинается с буквы Р и числа, показывающего содержание вольфрама в процентах. Наиболее распространенными марками являются Р9, Р18, Р12.

Легированные стали с особыми свойствами.

Коррозионностойкой (или нержавеющей) называют сталь, обладающую высокой химической стойкостью в агрессивных средах. Коррозионностойкие стали получают легированием низко- и среднеуглеродистых сталей хромом, никелем, титаном, алюминием, марганцем. Антикоррозионные свойства сталям придают введением в них большого количества хрома или хрома и никеля. Наибольшее распространение получили хромистые и хромоникелевые стали.

Например, хромистые стали 95Х18, 30Х13, 08Х17Т.

Хромоникелевые нержавеющие имеют большую коррозийную стойкость, чем хромистые стали, обладают повышенной прочностью и хорошей технологичностью в отношении обработки давлением.

Например, 12Х18Н10Т, 08Х10Н20Т2.

Жаростойкие обладают стойкостью против химического разрушения в газовых средах, работающие в слабонагруженном состоянии.

Жаропрочные стали – это стали, способные выдерживать механические нагрузки без существенных деформаций при высоких температурах. К числу жаропрочных относят стали, содержащие хром, кремний, молибден, никель и др.

Например, 40Х10С2М, 11Х11Н2В2МФ.

Износостойкие – стали, обладающие повышенной стойкостью к износу: шарикоподшипниковые, графитизированные и высокомарганцовистые. Особенности обозначения подшипниковых сталей.

Маркировка начинается с буквы Ш, цифра, стоящая после буквы Х, показывает содержание хрома в десятых долях процента.

Например, ШХ9, ШХ15ГС.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

**ТЕМА: Расшифровка обозначения марок сплавов цветных металлов**

Цель**:** Развитие умений классифицировать, расшифровывать и характеризовать  
область применения сплавов цветных металлов.

Знать:

- классификацию, основные виды, маркировку, область применения и виды обработки конструкционных материалов, основные сведения об их назначении и свойствах, принципы их выбора для применения в производстве;

Уметь:

- определять свойства и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы, применяемые в производстве, по маркировке, внешнему виду, происхождению, свойствам, составу, назначению и способу приготовления.

**Порядок выполнения работы**1. Изучить характеристики и расшифровку марок алюминия и его сплавов, меди и её сплавов, изложенных в теоретической части работы.

2. Произвести расшифровку предложенных марок материалов таблицы 1, полученные результаты записать в таблицу 2.

3. Оформить отчёт работы

**Задание**

Произвести расшифровку марок цветных металлов и их сплавов из таблицы 1

2. Теоретическая основа работы:

2.1 Алюминий и его сплавы

Алюминий - легкий металл, обладающий высокими тепло- и электропроводностью, стойкий к коррозии. В зависимости от степени частоты первичный алюминий согласно ГОСТ 11069-74 бывает особой (А999), высокой (А995, А95) и технической чистоты (А85, А7Е, АО и др.). Алюминий маркируют буквой А и цифрами, обозначающими доли процента свыше 99,0% Al; буква "Е" обозначает повышенное содержание железа и пониженное кремния.

А999 - алюминий особой чистоты, в котором содержится не менее 99,999% Al;

А5 - алюминий технической чистоты в котором 99,5% алюминия. Алюминиевые сплавы разделяют на деформируемые и литейные. Те и другие могут быть не упрочняемые и упрочняемые термической обработкой.

Деформируемые алюминиевые сплавы хорошо обрабатываются прокаткой, ковкой, штамповкой. Их марки приведены в ГОСТ4784-74. К деформируемым алюминиевым сплавам не упрочняемым термообработкой, относятся сплавы системы Al-Mn и AL-Mg:Aмц; АмцС; Амг1; АМг4,5; Амг6. Аббревиатура включает в себя начальные буквы, входящие в состав сплава компонентов и цифры, указывающие содержание легирующего элемента в процентах. К деформируемым алюминиевым сплавам, упрочняемым термической обработкой, относятся сплавы системы Al-Cu-Mg с добавками некоторых элементов (дуралюны, ковочные сплавы), а также высокопрочные и жаропрочные сплавы сложного хим.состава. Дуралюмины маркируются буквой "Д" и порядковым номером, например: Д1, Д12, Д18, АК4, АК8.

Чистый деформируемый алюминий обозначается буквами "АД" и условным обозначением степени его чистоты: АДоч (>=99,98% Al), АД000(>=99,80% Аl), АД0(99,5% Аl), АД1 (99,30% Al), АД(>=98,80% Аl).

Литейные алюминиевые сплавы (ГОСТ 2685-75) обладает хорошей жидко-текучестью, имеет сравнительно не большую усадку и предназначены в основном для фасонного литья. Эти сплавы маркируются буквами "АЛ" с последующим порядковым номером: АЛ2, АЛ9, АЛ13, АЛ22, АЛЗО.

Иногда маркируют по составу: АК7М2; АК21М2, 5Н2,5; АК4МЦ6. В этом случае "М" обозначает медь. "К" - кремний, "Ц" - цинк, "Н" - никель; цифра - среднее % содержание элемента.

Из алюминиевых антифрикционных сплавов (ГОСТ 14113-78) изготовляют подшипники и вкладыши как литьем так и обработкой давлением. Такие сплавы маркируют буквой "А" и начальными буквами входящих в них элементов: А09-2, А06-1, АН-2,5, АСМТ. В первые два сплава входят в указанное количество олова и меди (первая цифра-олово, вторая-медь в %), в третий 2,7-3,3% Ni и в четвертый медь сурьма и теллур.

2.2 Медь и её сплавы

Технически чистая медь обладает высокими пластичностью и коррозийной стойкостью, малым удельным электросопротивлением и высокой теплопроводностью. По чистоте медь подразделяют на марки (ГОСТ 859-78).

После обозначения марки указывают способ изготовления меди: к - катодная, б - бес кислородная, р - раскисленная. Медь огневого рафинирования не обозначается.

МООк - технически чистая катодная медь, содержащая не менее 99,99% меди и серебра.

МЗ - технически чистая медь огневого рафинирования, содержит не менее 99,5%меди и серебра.

Медные сплавы разделяют на бронзы и латуни. Бронзы- это сплавы меди с оловом (4 - 33% Sn хотя бывают без оловянные бронзы), свинцом (до 30% Pb), алюминием (5-11% AL), кремнием (4-5% Si), сурьмой и фосфором (ГОСТ 493-79 , ГОСТ 613-79, ГОСТ 5017-74, ГОСТ 18175-78).

Латуни - сплавы меди с цинком (до 50% Zn) и небольшими добавками алюминия, кремния, свинца, никеля, марганца (ГОСТ 15527-70, ГОСТ 17711-80). Медные сплавы предназначены для изготовления деталей методами литья, называют литейными, а сплавы, предназначенные для изготовления деталей пластическим деформированием - сплавами, обрабатываемыми давлением.

Медные сплавы обозначают начальными буквами их названия (Бр или Л), после чего следуют первые буквы названий основных элементов, образующих сплав, и цифры, указывающие кол-во элемента в процентах. Приняты следующие обозначения компонентов сплавов:

|  |  |
| --- | --- |
| А - алюминий | Су - сурьма |
| Мц - марганец | К - кремний |
| С - свинец | Н - никель |
| Б - бериллий | Т - титан |
| Мг - магний | Кд - кадмий |
| Ср - серебро | О - олово |
| Ж - железо | Ф - фосфор |
| Мш - мышьяк | Х - хром |
|  | Ц - цинк |

Примеры: БрА9Мц2Л - бронза, содержащая 9% алюминия, 2% Mn, остальное Cu ("Л"' указывает, что сплав литейный);

ЛЦ40Мц3Ж - латунь, содержащая 40% Zn, 3% Mn, ~l% Fe, остальное Cu;

Бр0Ф8,0-0,3 - бронза на ряду с медью содержащая 8% олова и 0,3% фосфора;

ЛАМш77-2-0,05 - латунь содержащая 77% Cu, 2% Al, 0,055 мышьяка, остальное Zn (в обозначении латуни, предназначенной для обработки давлением, первое число указывает на содержание меди).

В несложных по составу латунях указывают только содержание в сплаве меди:Л96 - латунь содержащая 96% Cu и ~4% Zn (томпак);

Лб3 - латунь содержащая 63% Cu и -37% Zn.

Марки меди и её применение



3.Практическая часть работы

**Порядок составление отчета**

1. Записать название работы

2. Нарисовать таблицу 2

3. Провести расшифровку марок стали из таблицы 1, полученные результаты записать в таблицу 2

4. Ответить на контрольные вопросы

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| 1) БСт3кп | 9) БрАЖНЮ-4-4 |
| 2) АЛ9 | 10) БрА7Мц15ЖЗН2Ц2 |
| 3) БрОФ4-0 | 11) ЛЦ23АбЖЗМц2 |
| 4) БрСуЗНЗЦЗС20Ф | 12) БрКМцЗ-1 |
| 5) ЛЦ40МцЗА | 13) Бр06Ц6СЗ |
| 6) ЛЖМц59-1-1 | 14) ЛАНКМц75-2-2 |
| 7) ЛС59-1 | 15) АК4М4.ВТ22 |
| 8) Л68 | 16) АК9 |

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Марка | Химические элементы и их содержание |
| 1 | Пример  ЦАМ10-5Л | содержит 9,0-12,4%Al, 4,0-5,5% Cu, 0,03-0,06% Mg, временное сопротивление не менее 250 МПа, пластичность не менее 0,4%, твердость -не менее 100HB. Из сплава изготавливают подшипники и втулки металлообрабатывающих станаков, прессов, работающих под давлением до200-10000 Па. |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |

Контрольные вопросы для самостоятельной работы

1. Опишите основные свойства меди.

2. Какие примеси меди значительно снижают пластичность и электропроводность?

3. Как влияет кислород, висмут, сера на структуру и свойства меди?

4. Опишите влияние цинка на свойства латуней.

5. Опишите влияние легирующих элементов на свойства бронз.

6. Какие принципы положены в основу маркировки латуней и бронз?

7. Как по маркировке отличить алюминиевые сплавы для литья (силумины) от сплавов для пластического деформирования (дюралюмины)? Всегда ли это возможно?

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6**

**ТЕМА: КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДЫ ПОЛИМЕРА МЕТОДОМ СЖИГАНИЯ**

**Цель**: освоение метода распознавания природы полимерных материалов по характеру горения, внешним признакам.

Знать:

-основные свойства полимеров и их использование;

Уметь:

-определять свойства сырьевых материалов, применяемые в производстве, внешнему виду, происхождению, свойствам, составу.

**Задания:**

1. Установить внешние характерные признаки, отличающие отдельные виды полимерных материалов.

2. Научиться распознавать отдельные виды полимеров по характеру поведения их при нагревании, горении, по запаху продуктов горения.

3. Идентифицировать методом сжигания 14 – 15 видов пластмасс.

*Методика выполнения*

Поскольку отдельным видам полимеров свойственны определенный цвет, прозрачность, характер поверхности, блеск, упругость, эластичность и т.д., то по внешним признакам образцов материалов или изделий можно получить первое представление о природе полимеров.

Распознавание полимеров по характеру поведения при нагревании и горении является довольно простым и в то же время достаточно точным методом качественного определения природы полимеров. Метод основан на визуальном наблюдении за поведением образца при внесении его в верхнюю часть пламени горелки. По мере нагревания образцы термопластов постепенно размягчаются и плавятся, а реактопласты не размягчаются и не плавятся. Поэтому по отношению к нагреванию можно определить класс полимеров (термопласты, реактопласты). При дальнейшем нагревании образца происходит его загорание, сопровождающееся выделением продуктов разложения, которые обладают специфичным для отдельных полимеров запахом, позволяющим определять вид полимеров.

Прежде чем приступить к выполнению работы, следует детально ознакомиться с соответствующим теоретическим материалом, отобрать 15-20 образцов полимеров, внимательно осмотреть их, подробно охарактеризовать их внешний вид (характер поверхности, цвет, жесткость, прозрачность, характер излома и прочие признаки).

Захватив образец тигельными щипцами, следует внести его в пламя горелки; затем проведите наблюдение за нагреванием, размягчением и загоранием. При загорании образца удалите его из пламени горелки; если он плавится и съеживается, выдержите в огне до воспламенения, но не более 10 мин. Проведите наблюдения за загоревшимся материалом вне пламени горелки, определить окраску пламени, характер горения (спокойное, интенсивное, с копотью, прекращение горения и т.д.), отметьте запах продуктов горения и дополнительные признаки (например, способность вытягиваться в нити). Для определения запаха продуктов следует погасить пламя и легким движением кисти рук направить воздух от потушенного образца к носу.

На основании сравнения установленных признаков с данными, приведенными в таблице приложения, определите вид полимера во всех образцах, взятых для опыта.

Примерная схема определения:

1. Образец не воспламеняется, сохраняет свою форму, ощущается запах формальдегида. Если, кроме того, ощущается запах:

а) аммиака – это мочевиноформальдегидный полимер;

б) резкий (рыбы) – меламиноформальдегидный полимер;

в) фенола – фенолформальдегидный полимер.

2. Полимер горит в пламени горелки и гаснет при удалении из пламени. Если, кроме того, появляется:

а) запах жженой резины, широкая зеленая кайма пламени у основания – это хлорированный каучук; при небольшой зеленой зоне, перекрываемой желтой зоной – это хлоропрен;

б) резкий запах хлористого водорода и зеленая окраска – это производные поливинилхлорида;

в) сладковатый запах, зеленая окраска у основания пламени, черная зола – это поливинилхлорид;

г) запах горелого молока – это казеин;

д) запах уксусной кислоты, искры, расплавленная смола при попадании в воду образует тяжелые желто-коричневые зерна или хлопья – ацетилцеллюлоза.

3. Полимер горит после удаления из пламени; при этом наблюдается:

а) очень быстрое горение, запах камфоры – это целлулоид; без запаха камфоры – нитроцеллюлоза;

б) пламя голубое у основания и, кроме того, сильный сладковато-плодовый запах – это полиметилметакрилат;

запах горелых овощей – это полиамиды;

чуть сладковатый запах – поливинилформаль;

запах прогорклого масла, искрение – ацетобутират целлюлозы;

в) пламя с пурпурной каймой, искрение, запах уксусной кислоты – это поливилацеталь;

г) пламя яркое, желто-белое, запах: сладковатый (гиацинтов) – это полистирол или его сополимеры; слабый, чуть сладковатый – это поливинилформаль;

д) пламя окружено желто-зеленой каймой, смола долго горит, имеет сладковатый запах; расплавленная смола, падая в воду, образует диски цвета светлого дуба – это этилцеллюлоза.

Отчет оформляют по следующей форме:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Внешний вид образца | Поведение  при нагревании | Характер  горения | Запах продуктов горения | Вид  полимера |

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как отличить методом сжигания термопласты от реактопластов; полиэтилен от полипропилена; поливинилхлорид от поливинилиденхлорида; фенопласты от аминопластов; полистирол и его сополимеры от ненасыщенных полиэфиров, отвержденных стиролом?

2. Какие полимеры горят при вынесении из пламени горелки; какие полимеры гаснут?

3. Какие термопласты не плавятся?

4. Какие полимеры при горении выделяют формальдегид?

5. По каким внешним признакам можно отличить пластмассы?

6. Приведите примеры прозрачных пластмасс.

7. В чем отличие по внешнему виду фенопластов и аминопластов?

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**Распознавание пластмасс методом горения**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Вид полимера,  пластмассы | Поведение  при нагревании | Характер горения | Запах продуктов  горения | Примечание |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Фенолформальдегидная смола, фенопласты | Не размягчается | Загорается с трудом, при вынесении из пламени гаснет | Фенола и формальдегида | Если наполнитель –древесная мука, то ощущается дополнительно запах жженой бумаги |
| 2 | Мочевиноформальдегидная (карбамидная) смола | То же | Загорается с трудом, образование белого налета по краям | Аммиака и формальдегида | - |
| 3 | Меламиноформальдегидная смола, мелалит | - // - | То же | Сильный тухлой  рыбы | - |
| 4 | Полиэтилен | Размягчается, плавится | Горит спокойным синеватым пламенем; с подтеканием полимера | Горящей парафиновой свечи | - |
| 5 | Полипропилен | То же | То же | Горящего сургуча | - |
| 6 | Поливинилхлорид | - // - | При вынесении из пламени гаснет, зеленоватая окраска  у основания пламени; пластикат коптит и при вынесении  из пламени продолжает гореть | Резкий хлористого водорода | Реакция на хлор (проба Бельштейна) |
| 7 | Поливинилиденхлорид | - // - | Как у ПВХ | Сладковатый | То же |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 8 | Ненасыщенные полиэфиры, отвержденные стиролом (полиэфиракрилаты, полиэфирмалеинаты) | Не размягчаются | Коптят, желтое пламя | Сильный, приторный цветочно-фруктовый | - |
| 9 | Политетрафторэтилен (тефлон,  фторопласт-4) | Не горит, слегка размягчается при нагревании выше 4000 С | - | - | При размягчении становится прозрачным, при охлаждении мутнеет |
| 10 | Полиметилметакрилат | Размягчается, плавится | Горит при вынесении из пламени с потрескиванием;  голубоватая окраска пламени  у основания | Сильный цветочно-плодовый (герани) | - |
| 11 | Полистирол и сополимеры стирола | Размягчаются, вытягиваются в нити | Пламя ярко-желтое коптящее | Сладковатый, цветочный (гиацинтов) | - |
| 12 | Полиамиды | Размягчается, вытягивается в нити из расплава | Пламя синеватое, горит при удалении из пламени | Горелых овощей, жженой кости | - |
| 13 | Полиуретаны | Размягчаются | Пламя желтоватое, полимер темнеет, стекает каплями | Острый миндальный | - |
| 14 | Нитрат целлюлозы | То же | Горит интенсивно, пламя  яркое, белый дым | Окислов азота или камфоры (целлулоид) | - |
| 15 | Гидратцеллюлоза (целлофан) | Не размягчается | Интенсивно горит  после удаления из пламени | Жженой бумаги | - |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 16 | Поликарбонаты | Размягчаются | Загораются с трудом, самопогашение после вынесения  из пламени, пламя коптящее | Цветочный |  |
| 17 | Полиэтилентерефталат | То же | Горит медленно с плавлением  и небольшой копотью | Специфический |  |
| 18 | Полиформальдегид | - // - | Горит с оплавлением, стеканием полимера, окраска пламени синеватая у основания, сгорает без остатка | Формальдегида |  |

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

**ТЕМА: РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ**

Цель работы: научиться производить расчет элементов режимов резания табличным и аналитическим методами. Самостоятельно работать со справочной и методической литературой; пользоваться инженерными калькуляторами.

Оборудование и материалы: Справочная литература, паспортные данные станков, калькулятор.

Литература: 1. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2./Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986, с.115..275.

2. Режимы резания металлов. Справочник./Под ред. Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение,1972, с.300.

3. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач по резанию металлов и режущему инструменту. - М.: Машиностроение, 1990, с.422.

Время на выполнение работы: 2 часа.

Краткие теоретические сведения.

Точение является наиболее распространенным методом обработки наружных, внутренних и торцовых поверхностей тел вращения (цилиндрических, конических, сферических и фасонных поверхностей).

Точение выполняется на токарных станках токарными резцами различных типов. Заготовку крепят в шпинделе станка, и она вращается, а резец, закрепленный в резцедержателе, совершает продольное или поперечное поступательное движение.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определение и запись исходных данных. Условие задачи.

2. Выбор элементов режимов резания.

2.1. Определение глубины резания.

http://www.bestreferat.ru/images/paper/01/46/7904601.png

где D—диаметр заготовки, мм

d — диаметр детали, мм

2.2. Определение частоты вращения шпинделя.

http://www.bestreferat.ru/images/paper/02/46/7904602.png

2.3. Определение скорости резания.

http://www.bestreferat.ru/images/paper/03/46/7904603.png

2.4. Определение скорости движения подачи.

http://www.bestreferat.ru/images/paper/04/46/7904604.png

2.5. Определение основного машинного времени,

http://www.bestreferat.ru/images/paper/05/46/7904605.png

2.6. Определение длины рабочего хода.

http://www.bestreferat.ru/images/paper/06/46/7904606.png

Lрез –длина резания, мм.

У - величина врезания, мм; http://www.bestreferat.ru/images/paper/07/46/7904607.png - величина перебега, мм;

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Диаметр заготовки D, мм | Диаметр после обточки d, мм | Длина обработки L, мм |
| 1 | 100 | 88 | 585 |
| 2 | 50 | 43 | 685 |
| 3 | 80 | 76 | 300 |
| 4 | 75 | 70 | 720 |
| 5 | 48 | 42 | 270 |
| 6 | 95 | 91 | 410 |
| 7 | 105 | 100 | 800 |
| 8 | 56 | 53 | 450 |
| 9 | 92 | 86 | 410 |
| 0 | 72 | 66 | 370 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Токарно-винторезный станок 16К20

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика станка | |
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:  - над станиной  - над суппортом | 400  200 |
| Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм | 2000 |
| Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм | 25 |
| Мощность двигателя, Nдв , кВт  КПД, η | 10  0,75 |
| Частота вращения шпинделя, мин-1 | 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600 |
| Продольная подача, мм | 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6;  2,0; 2,4; 2,8. |
| Поперечная подача, мм | 0,025; 0.03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175;  0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5;  0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 |
| Максимальная осевая составляющая силы резания, допускаемая механизмом подачи РХ , Н | 6000 |

Токарно-винторезный станок 16Б16П

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика станка | |
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:  - над станиной  - над суппортом | 320  180 |
| Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм | 1000 |
| Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм | 25 |
| Мощность двигателя, Nдв , кВт  КПД, η | 6,3  0,7 |
| Частота вращения шпинделя, мин-1 | 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000 |
| Продольная подача, мм | 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8. |
| Поперечная подача, мм | 0,025; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 |
| Максимальная осевая составляющая силы резания, допускаемая механизмом подачи РХ , Н | 6000 |

Вертикально-сверлильный станок 2Н125

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика станка | |
| Наибольший диаметр обрабатываемого отверстия в заготовке из стали, мм: | 25 |
| Мощность двигателя, Nдв , кВт  КПД, η | 2,8  0,8 |
| Частота вращения шпинделя, мин-1 | 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400; 2000 |
| Подача, мм | 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6. |
| Максимальная осевая составляющая силы резания, допускаемая механизмом подачи РХ , Н | 9000 |

Вертикально-сверлильный станок 2Н135

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика станка | |
| Наибольший диаметр обрабатываемого отверстия в заготовке из стали, мм: | 35 |
| Мощность двигателя, Nдв , кВт  КПД, η | 4,5  0,8 |
| Частота вращения шпинделя, мин-1 | 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400; |
| Подача, мм | 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6. |
| Максимальная осевая составляющая силы резания, допускаемая механизмом подачи РХ , Н | 15000 |

***Рекомендуемая литература***  
1. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструмент: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Р.М. Гоцериздзе. – 2-е изд., – М: «Академия», 2007  
  
2. Ящерицын П. И. Теория резания: учебник для Вузов / П. И. Ящерицын,   
Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Минск: Новое знание,2005-511 с.: ил.  
  
3. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-расточных станков с числовым программным управлением: справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков; ред. В. И. Гузеев. – М.: Машиностроение,2005.-365 с.  
  
4. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков; ред. В. И. Гузеев - М.: Машиностроение, 2005 -365 с.  
  
  
5. Панов А.А. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов; ред. А. А. Панов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.: ил.  
  
6. Гордеев Ю.И. Проектирование и расчет пресс-форм для изготовления твердосплавных инструментальных пластин: Метод. указ. к расчетно-граф. заданию / Ю.И.Гордеев, Г.М.Зеер; Краснояр. Гос. Техн.ун-т. - Красноярск, 2000.- 28.  
  
7. Гордеев Ю.И. Обработка деталей на вертикально- и горизонтально- фрезерных станках: Метод. указания по выполнению лаб. работ для студентов механико-технолог. фак. / Ю. И. Гордеев, А. С. Горшков; Краснояр. Гос. Техн. Ун-т. - Красноярск, 2000 – 20 c.  
  
8. Гречишников В.А. Коротков И.А. Проектирование ржущего инструмента. Учебное пособие. Издательство «Корвет», 2005.  
  
9. Гречишников В,А. Формообразующие инструменты в машиностроении. Части 1, 2. Тирасполь, 2005.  
  
10. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учеб. пособие для уч-ся сред. спец. заведений / Нефедов Н. А., Осипов К. А. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990.-448 с.  
  
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: в 2-х т./А. Д. Локтев (и др.).-М.: Машиностроение, 1991 – Т.1.- 1991.-634 с.  
  
12. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2./Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986, с.115..275.  
  
13. Режимы резания металлов. Справочник./Под ред. Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение,1972, с.300.  
  
14. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач по резанию металлов и режущему инструменту. - М.: Машиностроение, 1990, с.422.  
  
15.Данилевский В. В. Технология машиностроения: Учебник для техникумов. 5-е изд., перераб. и доп.-М., Высш. шк., 1984.-416 с.