Областное государственное бюджетное

профессиональное образовательное учреждение

«Томский политехнический техникум»

(ОГБПОУ «ТПТ»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**по дисциплине ОП 11 Материаловедение**

**для специальностей 21.02.01, 21.02.02, 15.02.01**

**по дисциплине ОП 04 Материаловедение**

**для специальностей 15.02.01**

**2019**

Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине ОП 11 Материаловедение

для специальностей 21.02.01, 21.02.02

по дисциплине ОП 04 Материаловедение

для специальностей 15.02.01

УТВЕРЖДАЮ

Зам директора по УМР

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Метелькова Е.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ 2019Г

Разработал преподаватель ТПТ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гордеева Н.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_\_2019г

Рассмотрено на заседании ЦМК

Специальностей электротехнического направления

Томского политехнического техникума

Протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г.

Председатель ЦМК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Костиков С.Н.

**Содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № |  | стр |
|  | Предисловие | 4 |
|  | Перечень практических работ по ОП.04 Материаловедение для специальности 15.02.01. и ОП.11 Материаловедение для специальностей 21.02.01 и 21.02.02 | 6 |
|  | Перечень практических работ |  |
| 1 | Определение механических характеристик металлов и сплавов | 7 |
| 2 | Перевод значений твёрдости по Виккерсу в значения твёрдости по Бринеллю и Роквеллу | 11 |
| 3 | Построение диаграмм состояния для трёх видов сплавов | 16 |
| 4 | Структурные составляющие стали и чугуна на диаграмме состояния сплавов железо-цементит | 17 |
| 5 | Изучение микроструктуры чугуна. Марки. Применение. | 19 |
| 6 | Классификация и характеристика углеродистых сталей | 22 |
| 7 | Изучение микроструктуры и область применения стали | 24 |
| 8 | Определение химического состава углеродистых и легированных сталей. | 29 |
| 9 | Химико-термическая обработка и поверхностное упрочнение стали. | 32 |
| 10 | Определение марки стали по пределам текучести и выносливости. | 34 |
| 11 | Определение марки стали для бурильных труб. | 42 |
| 12 | Расчёт глубины скважины и влияние температуры на бурильную трубу | 45 |
| 13 | Сплавы меди. Латуни. Марки и применение. | 48 |
| 14 | Сплавы меди. Бронзы. Марки. Применение. | 51 |
| 15 | Назначение и применение сплавов высокой твёрдости. | 55 |
| 16 | Расчёт производственной навески для резиносмесителя | 58 |
|  | Литература | 62 |

**Предисловие**

Настоящее методическое указание для выполнения практических работ по дисциплине ОП 11 Материаловедение для специальностей 21.02.01, 21.02.02,

ОП 04 Материаловедение для специальностей 15.02.01для студентов ставят целью формирование практических навыков и умений в выполнении типовых расчётов и определения марок цветных и чёрных сплавов.

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой, утверждённой в Томском политехническом техникуме.

В методических указаниях кратко изложены теоретические положения, необходимые для выполнения практических работ, правила и последовательность выполнения работ.

Перед выполнением каждой работы студент должен подготовиться дома по названной преподавателем теме, а результатом выполнения должен стать отчёт по проделанной работе, содержание и форма которого указаны в каждой практической работе.

После выполнения практических работ студент должен:

**Знать**

**-**закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии;

-принципы выбора конструкционных материалов для применения в производстве;

-классификацию материалов, металлов и сплавов, их области применения;

- структурные и физические методы исследования строения металлов;

-маркировку чугунов, углеродистых и легированных сталей;

-виды термической обработки;

-славы меди, твёрдые сплавы.

**Уметь:**

- Классифицировать конструкционные стали

- Строить диаграммы состояния для трёх видов сплавов

- Определять механические характеристики металлов и сплавов

- Определять твёрдость методами Бринелля, Викккрса, Роквелла

- Определить структурные составляющие стали и чугуна на диаграмме железо-цементит

- Определить химический состав углеродистых и легированных сталей, бронзы и латуни

- Определить марки стали для бурильных труб;

- Обосновать выбор ТО и ХТО

**Правила выполнения практических работ**

Студент должен:

- строго выполнять весь объём подготовки, указанный в описаниях соответствующих практических работ;

-знать, что выполнению каждой работы предшествует проверка готовности студента к работе;

- знать, что после выполнения работы каждый студент представляет отчёт о проделанной работе с обсуждением полученных результатов и выводов.

**Оценка по работе:**

«3» - выставляется студенту, выполнившему работу, но не ответившему на контрольные вопросы и имеющему замечания по оформлению отчёта;

«4» - выставляется студенту, выполнившему работу, ответившему на контрольные вопросы, но имеющему замечания по оформлению отчёта;

«5» - выставляется студенту, выполнившему работу, оформившему отчёт в соответствии с требованиями, ответившему на контрольные вопросы и способному обосновать выводы по проделанной работе.

**Порядок выполнения пропущенных работ**

Студент, не выполнивший работу по уважительной или неуважительной причинам, выполняет её во внеурочное время, назначенное преподавателем, в полном или сокращённом объёме по усмотрению преподавателя.

**Правила оформления отчётов по практическим работам**

Отчёты выполняются в виде сборников на листах формата А4.

Допускается использовать тетрадные листы.

Первый лист сборника – титульный лист.

Второй лист сборника – перечень практических работ.

Все листы сборника имеют рамки и основные надписи по ГОСТ 2.104-68

Перечень практических работ

по ОП.04 Материаловедение для специальности 15.02.01.

ОП.11 Материаловедение для специальностей 21.02.01 и 21.02.02

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №ПР | № ПР для  спец. 21.02.01; 21.02.02 | № ПР для спец.  15.02.01 | Перечень практических работ по ОП.04 и ОП11 Материаловедение |
| 1 | 1 | 1 | Определение механических характеристик металлов и сплпвов |
| 2 | 2 | 2 | Перевод значений твёрдости по Виккерсу в значения твёрдости по Бринеллю и Роквеллу |
| 3 | 3 | 3 | Построение диаграмм состояния для трёх видов сплавов |
| 4 | 4 | 4 | Структурные составляющие стали и чугуна на диаграмме состояния сплавов железо-цементит |
| 5 | 5 | 5 | Изучение микроструктуры чугуна. Марки. Применение. |
| 6 | 6 | - | Классификация и характеристика углеродистых сталей |
| 7 | 7 | 6 | Изучение микроструктуры и область применения стали |
| 8 | 8 | 7 | Определение химического состава углеродистых и легированных сталей. |
| 9 | 9 | 8 | Химико-термическая обработка и поверхностное упрочнение стали. |
| 10 | 10 | 9 | Определение марки стали по пределам текучести и выносливости. |
| 11 | 11 | - | Определение марки стали для бурильных труб. |
| 12 | 12 | - | Расчёт глубины скважины и влияние температуры на бурильную трубу |
| 13 | 13 | 10 | Сплавы меди. Латуни. Марки и применение. |
| 14 | 14 | - | Сплавы меди. Бронзы. Марки. Применение. |
| 15 | 15 | - | Назначение и применение сплавов высокой твёрдости. |
| 16 | 16 | - | Расчёт производственной навески для резиносмесителя |
| Всего | 10 | 10 |  |

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гордеева Н.В.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1**

**Тема работы:** Определение механических характеристик металлов и сплавов.

**Цель работы:** Формирование умения определять механические характеристики металлов и сплавов.

**Задание:**

Таблица№1- Задачи по вариантам.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1.1 | 2.1 | 4.1 | 7.1 | 6.1 |
| 2 | 1.2 | 2.2 | 4.2 | 7.2 | 6.2 |
| 3 | 1.3 | 2.3 | 4.3 | 7.3 | 6.3 |
| 4 | 1.4 | 2.4 | 4.4 | 7.4 | 6.4 |
| 5 | 1.5 | 2.5 | 4.5 | 7.5 | 6.5 |
| 6 | 1.6 | 2.6 | 4.6 | 7.6 | 6.6 |
| 7 | 1.7 | 2.7 | 4.7 | 7.7 | 6.7 |
| 8 | 1.8 | 2.8 | 4.8 | 7.8 | 6.8 |
| 9 | 1.9 | 2.9 | 4.9 | 7.9 | 6.9 |
| 10 | 1.10 | 2.10 | 4.10 | 7.10 | 6.10 |
| 11 | 5.1 | 3.1 | 8.1 | 9.1 | 2.1 |
| 12 | 5.2 | 3.2 | 8.2 | 9.2 | 2.2 |
| 13 | 5.3 | 3.3 | 8.3 | 9.3 | 2.3 |
| 14 | 5.4 | 3.4 | 8.4 | 9.4 | 2.4 |
| 15 | 5.5 | 3.5 | 8.5 | 9.5 | 2.5 |
| 16 | 5.6 | 3.6 | 8.6 | 9.6 | 2.6 |
| 17 | 5.7 | 3.7 | 8.7 | 9.7 | 2.7 |
| 18 | 5.8 | 3.8 | 8.8 | 9.8 | 2.8 |
| 19 | 5.9 | 3.9 | 8.9 | 9.9 | 2.9 |
| 20 | 5.10 | 3.10 | 8.10 | 9.10 | 2.10 |
| 21 | 5.10 | 7.8 | 4.5 | 3.4 | 6.8 |
| 22 | 5.9 | 7.9 | 4.4 | 3.5 | 6.9 |
| 23 | 5.8 | 7.10 | 4.3 | 3.6 | 6.10 |
| 24 | 5.7 | 7.5 | 4.2 | 3.7 | 6.6 |
| 25 | 5.6 | 7.4 | 4.1 | 3.8 | 6.1 |
| 26 | 5.5 | 7.3 | 4.10 | 3.9 | 6.2 |
| 27 | 5.4 | 7.2 | 4.9 | 3.3 | 6.3 |
| 28 | 5.3 | 7.1 | 4.8 | 3.2 | 6.4 |
| 29 | 5.2 | 7.6 | 4.7 | 3.1 | 6.5 |
| 30 | 5.1 | 7.7 | 4.6 | 3.10 | 6.6 |

Примечание: первое число в задании обозначает номер задачи, а второе номер в таблице данной задачи.

Задача 1. Вычислить относительное удлинение, если длина стального образца до испытания начальная была Lн., а после разрыва конечная Lк.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Lн | мм | 420 | 510 | 251 | 310 | 720 | 800 | 535 | 778 | 911 | 920 |
| Lк | мм | 430 | 525 | 258 | 314 | 732 | 810 | 555 | 780 | 930 | 932 |

Задача 2. Найти массу проволоки, если плотность материала γ [г/см3], длина L[км], а диаметр проволоки d [мм]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Материал |  | Cu | Al | Ag | Au | Fe | Cu | Al | Fe | Ag | Au |
| Плотность, г/см3 | γ | 8,9 | 2,7 | 10,5 | 19,3 | 7,8 | 8,9 | 2,7 | 7,8 | 10,5 | 19,3 |
| Длина, (км) | L | 1000 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 880 | 900 | 550 |
| Диаметр,(мм) | d | 4 | 2 | 0,6 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 1,0 | 1,5 |

Задача 3. Определить плотность материала γ [г/см3], если его высота (длина) h [м], диаметр d[мм], а вес М [кг]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| d | мм | 2 | 4 | 5 | 7 | 1 | 6 | 0,9 | 1,2 | 2,3 | 1,8 |
| h | м | 60 | 40 | 80 | 30 | 70 | 25 | 90 | 10 | 50 | 15 |
| М | кг | 50 | 65 | 70 | 40 | 60 | 30 | 55 | 80 | 75 | 45 |

Задача 4. Определить предел прочности при растяжении, если образец диаметром d [мм] при испытании на растяжение выдержал наибольшую нагрузку, равную P

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| d | мм | 2,0 | 2,2 | 2,30 | 4,0 | 4,5 | 3,5 | 5,0 | 4,7 | 3,2 | 5,2 |
| P | H | 15700 |  | 16000 |  | 17000 |  | 20000 |  | 17000 |  |
| P | кГс |  | 1600 |  | 1800 |  | 1700 |  | 2000 |  | 2500 |

Задача 5. Определить сужение образца ψ [%], если первоначальный диаметрdн [мм], после разрыва образца его диаметр конечный dк [мм]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| dн | мм | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 3,6 | 4,0 | 3,7 | 2,9 | 3,4 | 2,8 |
| dк | мм | 1,7 | 1,8 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 3,7 | 3,5 | 2,3 | 2,8 | 2,2 |

Задача 6. Рассчитайте первоначальную длину образца Lн. [мм], если относительное удлинение составляет δ [%], а длина образца после разрыва Lк. [мм]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| δ | % | 12 | 6 | 7 | 10 | 9 | 11 | 15 | 5 | 4 | 6 |
| Lк | мм | 380 | 400 | 420 | 510 | 255 | 218 | 300 | 350 | 700 | 800 |

Задача 7. Рассчитайте длину образца после разрыва Lк. [мм], если относительное удлинение δ [%], а первоначальная длина Lн. [мм].

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| δ | % | 23 | 14 | 18 | 5 | 16 | 17 | 2 | 3 | 8 | 9 |
| Lн | мм | 250 | 100 | 330 | 420 | 170 | 250 | 300 | 400 | 500 | 700 |

Задача 8. Определить предел упругости Ϭ, если нагрузка, при которой появляются остаточные деформации Р, а диаметр образца d [мм]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Р | H | 1000 |  | 2000 |  | 3000 |  | 4000 |  | 5000 |  |
| Р | кГс |  | 100 |  | 200 |  | 300 |  | 400 |  | 500 |
| d | мм | 3,2 | 4,3 | 3,5 | 1,44 | 3,4 | 2,4 | 2,3 | 4,5 | 3,7 | 4,3 |

Задача 9. Зная плотность материала γ [г/см3], определите какой длины будет проволока, если вес М [кг], а диаметр проволоки dпр[мм]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| γ | г/см3 | 8,9 | 2,7 | 10,5 | 19,3 | 7,8 | 2,7 | 8,9 | 2,7 | 8,9 | 10,5 |
| М | кг | 300 | 505 | 478 | 555 | 250 | 100 | 800 | 909 | 858 | 709 |
| d | мм | 3 | 2,0 | 1,0 | 4,0 | 5,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 3,0 |

**Теоретические сведения**

Механические характеристики

1.Прочность – способность материала сопротивляться действию внешних сил без разрушения.

Прочность характеризуется пределом прочности

Ϭ =Р/Ѕ

где Р- нагрузка при которой начинается разрушение образца, (Н, кГс)

Ѕ – сечение образца (мм2)

2.Упругость - способность материала восстанавливать свою первоначальную форму и размеры после прекращения действия внешних сил, вызывающих деформацию.

Упругость характеризуется пределом упругости

Ϭ =Р/Ѕ

где Р- нагрузка при которой появляются остаточные деформации образца, (Н, кГс)

3. Пластичность – способность материала изменять свою форму и размеры под действием внешних сил, не разрушаясь и сохранять полученные деформации после прекращения действия внешних сил.

3.1 Пластичность характеризуется относительным сужением

Ψ= (Ѕнач- Ѕкон)\*100 /Ѕнач

3.2 Пластичность характеризуется относительным удлинением

δ = (Ļкон-Ļнач) \*100/Ļнач

4.Твёрдость-способность материала оказывать сопротивление проникновению в него другого более твёрдого тела.

5.Ползучесть – свойство металлов медленно и непрерывно пластически деформироваться при длительной нагрузке и высоких температурах.

**Пример оформления задачи.**

Вычислить относительное удлинение, если первоначальная длина стального образца до испытания была (Lн) равна 480мм, а после разрыва (Lк) равна 489мм

Дано:

Lн=480мм

Lк=489мм

δ=?

Решение

Относительное удлинение

δ= (Ļкон-Ļнач) \*100/Ļнач

δ=(489-480)\*100/480=1,875%

Ответ: относительное удлинение соответствует 1,875%

**Контрольные вопросы**

1.Перечислить механические свойства металлов.

2.Дать определение упругости.

3.Какими параметрами характеризуется пластичность?

4. В каких единицах определяется предел прочности?

5.К какой группе основных свойств относятся плотность, электропроводность, температура плавления, теплопроводность?

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

**Тема:** Перевод значений твёрдости по Виккерсу в значения твёрдости по Бринеллю и Роквеллу.

**Цель работы:** Формирование навыков определения твёрдости различными методами.

**Задание:**

1.Задача 1.

Таблица 1- Задание по вариантам.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | задача | вариант | задача | вариант | задача |
| 1 | 1.1 | 11 | 2.1 | 21 | 3.1 |
| 2 | 1.2 | 12 | 2.2 | 22 | 3.2 |
| 3 | 1.3 | 13 | 2.3 | 23 | 3.3 |
| 4 | 1.4 | 14 | 2.4 | 24 | 3.4 |
| 5 | 1.5 | 15 | 2.5 | 25 | 3.5 |
| 6 | 1.6 | 16 | 2.6 | 26 | 3.6 |
| 7 | 1.7 | 17 | 2.7 | 27 | 3.7 |
| 8 | 1.8 | 18 | 2.8 | 28 | 3.8 |
| 9 | 1.9 | 19 | 2.9 | 29 | 3.9 |
| 10 | 1.10 | 20 | 2.10 | 30 | 3.10 |

Примечание: первое число в задании обозначает номер задачи, а второе номер в таблице данной задачи.

**Задача 1.**(Варианты 1-10)

Определить диаметр отпечатка, если твёрдость по Бринеллю (**НВ**), а прикладываемая нагрузка **Р** (Н) или **(**кгс), диаметр закалённого шарика **Д** (мм).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Ед. измер | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **Р** | Н | 30000 |  | 20000 |  | 10000 |  | 16500 |  | 25000 |  |
| **Д** | мм | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **НВ** | МПа | 1600 | 1600 | 1000 | 1000 | 600 | 600 | 800 | 700 | 160 | 165 |
| **Р** | кгс | - | 3000 | - | 2000 | - | 1000 | - | 1650 | - | 250 |

**Задача 2.**(Варианты 11-20)

Определить твёрдость по Бринеллю, если приложенная нагрузка **Р**(кгс), диаметр индентора **Д**(мм), а диаметр отпечатка d(мм). Указать твёрдость по Бринеллю в МПа.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Ед  изм | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **Р** | кгс | 3000 | 1000 | 1650 | 250 | 31,25 | 62,5 | 3000 | 1000 | 1650 | 250 |
| **Д** | мм | 10 | 10 | 5 | 5 | 2,5 | 2,5 | 10 | 10 | 5 | 5 |
| **d** | мм | 7 | 8 | 4 | 3,8 | 2 | 2 | 7,5 | 9,1 | 4,3 | 3,8 |

**Задача 3.**(Варианты 21-30)

Определить по методу Виккерса длину диагонали отпечатка. Если прикладываемая нагрузка в течении 15 сек к индентору составила Р (кгс), а твёрдость HV (кгс/мм2), (МПа).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Ед  изм | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **HV** | МПа | 1149 | - | 610 | - | 419 | - | 383 | - | 307 | - |
| **Р** | кгс | 15,8 | 15,8 | 8,4 | 8,4 | 5,7 | 5,7 | 5,28 | 5,28 | 4,23 | 4,23 |
| **HV** | кгс/мм2 | -- | 117,2 | - | 62,2 | - | 42,7 | - | 39,1 | - | 31,3 |

Задание 2. Выполните перевод значениё твёрдости по Виккерсу в значения твёрдости по Бринеллю и Роквеллу. Задание выполнить по образцу таблицы 2

Таблица 2. Задание по вариантам

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант №** | **HB** | **HV** | **HRC** | **HRA** | **HV** |
| Н/мм2=МПа | HB=HV  До450  Кгс/мм2 | HRC=HВ/10  НВ в (МПа) | HRA=(HRC+104):2 | Н/мм2=МПа |
| **1** |  |  |  |  | 200 |
| **2** |  |  |  |  | 1149 |
| **3** |  |  |  |  | 586 |
| **4** |  |  |  |  | 1067 |
| **5** |  |  |  |  | 247 |
| **6** |  |  |  |  | 200 |
| **7** |  |  |  |  | 351 |
| **8** |  |  |  |  | 756 |
| **9** |  |  |  |  | 143 |
| **10** |  |  |  |  | 508 |
| **11** |  |  |  |  | 1149 |
| **12** |  |  |  |  | 328 |
| **13** |  |  |  |  | 756 |
| **14** |  |  |  |  | 563 |
| **15** |  |  |  |  | 693 |
| **16** |  |  |  |  | 610 |
| **17** |  |  |  |  | 1149 |
| **18** |  |  |  |  | 653 |
| **19** |  |  |  |  | 586 |
| **20** |  |  |  |  | 1067 |
| **21** |  |  |  |  | 1149 |
| **22** |  |  |  |  | 980 |
| **23** |  |  |  |  | 1149 |
| **24** |  |  |  |  | 508 |
| **25** |  |  |  |  | 1149 |
| **26** |  |  |  |  | 328 |
| **27** |  |  |  |  | 610 |
| **28** |  |  |  |  | 693 |
| **29** |  |  |  |  | 1067 |
| **30** |  |  |  |  | 1149 |

Таблица 3- Соотношение значений твёрдости, определённых разными методами

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Твёрдость по Бринеллю | | Твёрдость по Роквеллу | | | | Твёрдость по Виккурсу |
| Шарик Д=10мм | | Алмазный конус | | шарик | |
| Диаметр отпечатка | НВ  (кгс/мм2) | HRA | HRC | | HRB | HV (кгс/мм2) |
| 2,25 | 745 | 83 | 70 | | - | 1149 |
| 2,3 | 712 | 82 | 68 | | - | 1067 |
| 2,35 | 682 | 82 | 66 | | - | 980 |
| 2,3 | 653 | 82 | 64 | | - | 868 |
| 2,45 | 627 | 81 | 62 | | - | 832 |
| 2,5 | 601 | 81 | 59 | | - | 756 |
| 2,55 | 578 | 80 | 57 | | - | 693 |
| 2,6 | 555 | 79 | 56 | | - | 653 |
| 2,65 | 534 | 78 | 54 | | - | 610 |
| 2,7 | 514 | 77 | 52,5 | | - | 586 |
| 2,75 | 496 | 76 | 51 | | - | 563 |
| 2,8 | 477 | 76 | 49,5 | | - | 531 |
| 2,85 | 461 | 75 | 48 | | - | 508 |
| 2,9 | 444 | 74 | 47 | | - | 484 |
| 2,95 | 429 | 73 | 45,5 | | - | 457 |
| 3,0 | 415 | 73 | 44 | | - | 442 |
| 3,05 | 401 | 72 | 42 | | - | 419 |
| 3,1 | 388 | 71 | 41 | | - | 406 |
| 3,15 | 375 | 70 | 39,5 | | - | 383 |
| 3,2 | 363 | 70 | 39 | | - | 377 |
| 3,25 | 352 | 69 | 38 | | - | 361 |
| 3,3 | 341 | 69 | 37 | | - | 351 |
| 3,35 | 331 | 68 | 36 | | - | 342 |
| 3,4 | 321 | 68 | 35 | | - | 328 |
| 3,45 | 311 | 67 | 33,5 | | - | 315 |
| 3,5 | 302 | 67 | 33 | | - | 307 |
| 3.55 | 293 | 66 | 31 | | - | 297 |
| 3,6 | 285 | 66 | 30 | | - | 288 |
| 3,65 | 277 | 65 | 29 | | - | 280 |
| 3,7 | 269 | 65 | 28 | | - | 271 |
| 3,75 | 262 | 64 | 27 | | - | 264 |
| 3,8 | 255 | 64 | 26 | | - | 259 |
| 3,85 | 248 | 63 | 25 | | - | 247 |
| 3,9 | 241 | 63 | 24 | | 100 | 242 |
| 3,95 | 235 | 62 | 23 | | 99 | 235 |
| 4,0 | 229 | 62 | 22 | | 98 | 229 |
| 4,05 | 223 | 61 | 21 | | 97 | 223 |
| 4,1 | 217 | 61 | 20 | | 97 | 217 |
| 4,15 | 212 | 60 | 19 | | 95 | 211 |
| 4,2 | 207 | 60 | 18 | | 95 | 206 |
| 4,25 | 201 | 59 | - | | 93 | 200 |
| 4,3 | 197 | 58 | - | | 93 | 196 |
| 4,35 | 192 | 58 | - | | 92 | 191 |
| 4,4 | 187 | 57 | - | | 91 | 186 |
| 4,45 | 183 | 56 | - | | 89 | 181 |
| 4,5 | 179 | 56 | - | | 88 | 179 |
| 4,55 | 174 | 55 | - | | 87 | 172 |
| 4,6 | 170 | 55 | - | | 87 | 169 |
| 4,65 | 167 | 54 | - | | 85 | 165 |
| 4,7 | 163 | 53 | - | | 84 | 162 |
| 4,75 | 159 | 53 | - | | 83 | 159 |
| 4,8 | 156 | 52 | - | | 82 | 155 |
| 4,85 | 152 | 52 | - | | 81 | 152 |
| 4,9 | 149 | 51 | - | | 80 | 149 |
| 4,95 | 146 | 50 | - | | 78 | 146 |
| 5,0 | 143 | 50 | - | | 77 | 143 |
| 5,05 | 140 | - | - | | 76 | - |
| 5,1 | 137 | - | - | | 75 | - |
| 5,15 | 134 | - | - | | 74 | - |
| 5,2 | 131 | - | - | | 72 | - |
| 5,25 | 128 | - | - | | 71 | - |
| 5,3 | 126 | - | - | | 70 | - |
| 5,35 | 123 | - | - | | 69 | - |
| 5,4 | 121 | - | - | | 68 | - |
| 5,45 | 181 | - | - | | 67 | - |
| 5,5 | 116 | - | - | | 65 | - |
| 5,55 | 114 | - | - | | 64 | - |
| 5,6 | 111 | - | - | | 63 | - |
| 5,65 | 109 | - | - | | 61 | - |
| 5,7 | 107 | - | - | | 59 | - |
| 5,75 | 105 | - | - | | 58 | - |
| 5,8 | 103 | - | - | | 56 | - |
| 5,85 | 101 | - | - | | 55 | - |
| 5,9 | 99 | - | - | | 54 | - |
| 5,95 | 97 | - | - | | 53 | - |
| 6,0 | 96 | - | - | | 52 | - |

**Пример выполнения задачи1**

Определить по методу Виккерса длину диагонали отпечатка,если прикладываемая нагрузка в течении 15 сек к индентору составила Р=8,4 кгс, а твёрдость HV650МПа.

Дано:

HV6500МПа=HV650кгс/мм2

Р=8,4кгс

d =?

Решение

Твёрдость по Виккерсу определяется по формуле

HV=1,854Р/d2из основной формулы выражаем длину диагонали

d2=1,854Р/HV=1,854\*8,4/650=0,024мм2

d=0,155мм

Ответ: длина диагонали отпечатка составила 0,155мм

**Пример выполнения задачи2**

Таблица 2- Перевод значения твёрдости по Виккерсу в значения твёрдости по Бринеллю и Роквеллу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **HB** | **HV** | **HRC** | **HRA** | **HV** |
| Н/мм2=МПа | HB=HV  До450  Кгс/мм2 | HRC=HВ/10  НВ в (МПа) | HRA=(HRC+104):2 | Н/мм2=  МПа |
| **1** | 212 | 21,53 | 21,2(табл.знач.19) | 62,6(табл.знач.60) | 211 |

**Контрольные вопросы**

1. В каких единицах определяется твёрдость по Роквеллу?
2. Дать определение твёрдости.
3. Указать время приложения нагрузки при определении твёрдости по Виккерсу и Бринеллю.
4. Какую форму имеет индентор для определения твёрдости по Виккерсу?
5. Каким методом определяется твёрдость на готовом изделии.
6. Назовите материал индентора для определения твёрдости по Виккерсу?
7. Назовите единицы твёрдости по Роквеллу.
8. Поясните HRC, HRB, HRA.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА№3**

**Тема:** Построение диаграмм состояния для трёх видов сплавов

**Цель практической работы:** Формирование навыков построения диаграмм состояния

.**Задание:**

1.Вычертить диаграмму состояния сплава свинец-сурьма (Pb - Sb) [Л1]

2. Указать линию ликвидуса (liguidus - жидкий).

3. Указать линию солидуса (solidus - твёрдый).

4. Дать определение эвтектики.

5. Указать доэвтектические и заэвтектические сплавы на диаграмме состояния сплава свинец - сурьма.

**Контрольные вопросы**

1. Дать определение сплава механическая смесь.

2. В каких координатах строится диаграмма состояния сплавов?

3.Какими свойствами обладает сплав химическое соединение?

4. Перечислить виды сплавов.

5. Как называются элементы, образующие сплав?

6. Назовите свойства сплава химическое соединение.

7. Какой вид сплава не повторяет свойства компонентов, но способность к пластической деформации сохраняется

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

**Тема:** Структурные составляющие стали и чугуна на диаграмме состояния сплавов железо-цементит.

**Цель работы:** Формирование умения по диаграмме железо-цементит определять структурные составляющие стали и чугуна

**Задание:**

**Задание 1.**

Пользуясь диаграммой состояния сплава железо-цементит определить температуры: начало и завершение процесса кристаллизации, если необходимо, то начало и завершение процесса перекристаллизации. Написать структурные составляющие стали и чугуна. Задание в таблице 1. Задание выполнить в виде таблицы 2

Таблица 1- Задание по вариантам

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | % содержания  углерода | № | % содержания  углерода | № | % содержания  углерода |
| 1 | 4,3  0,5 | 11 | 4,8  0,7 | 21 | 3,5  0,8 |
| 2 | 0,3  4,1 | 12 | 3,6  0,9 | 22 | 3,7  1,0 |
| 3 | 0.4  3,0 | 13 | 3,8  1,1 | 23 | 0,85  4,9 |
| 4 | 0,45  2,7 | 14 | 3,9  1,2 | 24 | 1,0  5,3 |
| 5 | 0,5  3,3 | 15 | 4,0  1,3 | 25 | 0,85  4,3 |
| 6 | 4,4  0,5 | 16 | 4,1  1,2 | 26 | 0,8  4,7 |
| 7 | 0,8  4,8 | 17 | 4,3  0,7 | 27 | 5,0  0,8 |
| 8 | 1,2  5,6 | 18 | 0,55  4,5 | 28 | 0,65  5,6 |
| 9 | 1,3  5,1 | 19 | 0,7  4,7 | 29 | 0,45  5,7 |
| 10 | 0,55  6,0 | 20 | 0,65  4,7 | 30 | 0,75  5,5 |

Таблица 2- Пример выполнения задания

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Содержание  углерода | Тем-ра  Начло  Кристаллиз. | Заканч  Процесс  кристал | Начало  перекрист | Вторичная  кристаллиз | Сталь  чугун |
| 0,6 | Ж.с.  1400  Ж.с.+А | Ж.с.+А  1387  А | А  750  А+Ф | А+Ф  727  Ф+П | Сталь  доэвтектоидная |
| 4,5 | Ж.с.  1160  Ж.с.+Ц | Ж.с.+Ц  1147  Ц+Л(А+Ц) |  | Ц+Л(А+Ц)  727  Ц+Л(П+Ц) | Чугун заэвтектический |

**Задание 2.** На диаграмме состояния железо - цементит указать разными цветами:

3.1 Линию начала кристаллизации

3.2 Линию первичной кристаллизации

3.3 Линию перекристаллизации

3.4 Линию вторичной кристаллизации

**Контрольные вопросы**

1.Дать определение сплава Феррит.

2. Какую кристаллическую решётку имеет сплав Аустенит?

3. Какой из перечисленных сплавов Феррит, Аустенит, Цементит имеет твёрдость по Бринеллю (НВ60)?

4. Какое процентное содержание углерода содержит Перлит и Ледебурит?

5. Какими свойствами обладает сплав твёрдый раствор?

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

**Тема:** Изучение микроструктуры чугуна. Марки. Применение.

**Цель работы:** Формирование умения по марке чугуна определять механические свойства и применение.

**Задание:**

1.Дать характеристику микрошлифу.

2.Зарисовть микроструктуру чугуна вашего варианта:

Вариант с 1по10 - серый чугун (СЧ)

Вариант с11 по 20 - ковкий чугун (КЧ)

Вариант с 21по 35- высокопрочный чугун (ВЧ)

3.Написать пять деталей из вашего чугуна.

4. Написать обозначения десяти легирующих элементов.

5.Написть две марки легированных чугунов. Дать им характеристику.

**Теоретические сведения**

Качество чугунов контролируется не по составу, а по механическим свойствам.

Белые чугуны маркировки не имеют, а остальные чугуны маркируются следующим образом. Первые две буквы обозначают тип чугуна:

СЧ - серый чугун, ВЧ- высокопрочный чугун, КЧ- ковкий чугун.

За цифрами следует два числа, характеризующие механические свойства чугунов. Для серых и высокопрочных чугунов приводится одно число, которое указывает значение временного сопротивления

Для ковких чугунов приводятся два числа: первое число указывает временное сопротивление, а второе – относительное удлинение в процентах.

1.Срый чугун - неплохая прочность при сжатии, но очень низкая пластичность. СЧ имеет пластинчатую форму графитовых включений, которые действуют как острые надрывы, надрезы, ослабляя металлическую структуру чугуна.

2.Ковкий чугун - большой запас пластичности. В КЧ графитовые включения имеют хлопьевидную форму графитовых включений, которая образуется в результате тепловой обработки отливки из белого чугуна. Хлопьевидная форма графита у ковких чугунов занимает промежуточное положение между пластинчатой и шаровидной формой графита по степени концентраций напряжений и влиянию на прочность.

3.Высокопрочный чугун - высокая пластичность, высокая прочность. ВЧ имеет шаровидную форму графитовых включений, которая образуется под воздействием магния в расплавленном состоянии.

Легированные чугуны.

Для повышения износостойкости, коррозионный стойкости и т.д. в чугуны вводят легирующие элементы, которые обозначаются буквами русского алфавита.

1. Магний – **Ш**  6. Медь - **Д**

2. Марганец – **Г** 7. Алюминий - **Ю**

3. Никель – **Н** 8. Молибден – **М**

4. Титан - **Т** 9. Хром - **Х**

5. Кремний – **С**  10. Углерод – **У**

Таблица 1- Механические свойства легированного чугуна для отливок со специальными свойствами

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Марка чугуна** | **G , МПа** | **HB** | **Свойства** |
| ЧХ1 | 170 | 203-280 | Жаростойкий |
| ЧХ2 | 150 | 203-280 | Жаростойкий |
| ЧХ3Т | 200 | 440-580 | Износостойкий |
| ЧХ9Н5 | 350 | 490-607 | Износостойкий |
| ЧХ16 | 350 | 390-440 | Жаростойкий |
| ЧХ16М2 | 170 | 490-607 | Жаростойкий |
| ЧХ22С | 290 | 215-333 | Коррозионно- и жаростойкие |
| ЧХ28П | 200 | 245-390 | Стойкий в цинковом расплаве |
| ЧХ28Д2 | 390 | 390-635 | Износо- и коррозионностойкие |
| ЧС5Ш | 290 | 223-294 | Жаростойкие |
| ЧС15 | 60 | 294-390 | Коррозионно-стойкие в жидкой среде |
| ЧС15М4 | 60 | 390-450 | То же |
| ЧЮХШ | 390 | 183-356 | Жаростойкий |
| ЧЮ6С5 | 120 | 236-294 | Жаро- и износостойкие |
| ЧЮ7Х2 | 120 | 254-294 | То же |
| ЧЮ22Ш  ЧЮ30 | 290 | 235-356 | Жаро- и износостойкие при высокой температуре |
| ЧГ6С3Ш | 496 | 215-254 | Износостойкий |
| ЧГ7Х4 | 150 | 490-586 | То же |
| ЧГ7Д3 | 150 | 176-285 | Маломагнитный |
| ЧНХТ  ЧНХМД | 280  290 | 196-280 | Коррозионно-стойкие в газовых средах двигателей внутреннего сгорания |
| ЧН2Х | 290 | 215-280 | Износостойкий |
| ЧН4Х2 | 200 | 460-645 | То же |
| ЧН11Г7Ш | 390 | 120-250 | Жаропрочный |
| ЧН15Д7 | 150 | 120-250 | Маломагнитный |
| ЧН15Д3Ш | 340 | 120-250 | То же |
| ЧН19Х3Ш | 340 | 120-250 | Маломагнитный |
| ЧН20Д2Ш | 500 | 120-220 | Жаропрочный, хладостойкий |

Таблица 2 - Ковкий чугун (КЧ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Марка чугуна** | **НВ (Мпа)** | **Детали** |
| КЧ60-3 | 200-269 | Детали корпуса сцепления |
| КЧ50-5 | 170-230 | Картер редуктора |
| КЧ50-5 | 170-230 | Ступица колеса л/а |
| КЧ50-5 | 170-230 | Коробка дифференциала |
| КЧ33-8 | 100-163 | Фитинги, пробки, барашки |
| КЧ37-12 | 110-163 | Ступица тракторного колеса |
| КЧ55-4 | 192-241 | Каретка сателлитов |
| КЧ38-8 | 100-163 | Кронштейн |
| КЧ33-8 | 100-163 | Детали шасси |
| КЧ37-12 | 110-163 | Картер мостов и дифференциалов |

Таблица 3- Серый чугун (СЧ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Марка чугуна** | **НВ (Мпа)** | **Детали** |
| СЧ10 | 170-230 | Радиатор двухкамерный |
| СЧ18-36 | 100-163 | Блоки цилиндров |
| СЧ32-52 | 110-163 | Станины прессов |
| СЧ21-40 | 192-241 | Гидроцилиндры |
| Сч18-36 | 100-163 | Основания станков, салазки |
| СЧ24-44 | 120-250 | Поршневые головки |
| СЧ24-44 | 120-250 | Крышки цилиндров втулки |
| СЧ21-40 | 120-250 | Шестерни, шкивы |
| СЧ24-44 | 120-250 | Котлы для плавки каустика |
| СЧ15-32 | 160-186 | Маховики, выхлопные трубы |

Таблица 4- Высокопрочный чугун (ВЧ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Марка чугуна** | **НВ (Мпа)** | **Детали** |
| ВЧ35 | 140-170 | Стаканы подшипников |
| ВЧ35 | 140-170 | Диски ручных тормозов |
| ВЧ100 | 270-360 | Зубчатые колёса |
| ВЧ100 | 270-360 | Шатуны |
| ВЧ80 | 248-351 | Корпусы |
| ВЧ60 | 192-277 | Стаканы подшипников |

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить назначение белого чугуна.
2. Перечислить обозначения 5 легирующих элементов в марках чугуна.
3. Дать определение микрошлифу.
4. Что можно рассмотреть в металлографический микроскоп?
5. Расшифровать марку ковкого чугуна КЧ55-4
6. Назвать применение белого чугуна

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

**Тема:** Классификация и характеристика углеродистых сталей.

**Цель работы:** Формирование умения классифицировать углеродистые стали, подобрать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации.

**Задание:**

Задача 1

Пользуясь диаграммой «Железо-цементит» определите структурные составляющие при различных температурах и укажите характеристики сталей. Задание по вариантам в таблице 1.

Таблиц 1- Индивидуальные задания по вариантам

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Стали углеродистые | | | Температура | | |
| 1 | 10 | 80 | У13 | 20 | 730 | 1000 |
| 2 | 15 | У12А | У8 | 30 | 740 | 1050 |
| 3 | 20 | 80 | У10 | 120 | 435 | 1110 |
| 4 | 25 | У12А | 45 | 500 | 750 | 1500 |
| 5 | 30 | 75 | У13А | 450 | 750 | 1600 |
| 6 | 40 | У10А | Ст5кп | 300 | 600 | 1400 |
| 7 | 35 | У8 | У10А | 300 | 740 | 1500 |
| 8 | 45 | У13А | У8 | 40 | 620 | 1200 |
| 9 | 50 | У7 | У10А | 70 | 750 | 1140 |
| 10 | 55 | У13А | 85 | 100 | 900 | 1200 |
| 11 | 60 | У11 | У8А | 150 | 810 | 1250 |
| 12 | 65 | Ст3кп | У12А | 740 | 350 | 1500 |
| 13 | 45 | У9А | АСт6кп | 170 | 750 | 1200 |
| 15 | 50 | ВСт2кп | 80 | 120 | 750 | 1300 |
| 16 | У8А | 70 | БСт2пс | 150 | 760 | 1500 |
| 17 | 55 | У13А | ВСт3сп | 70 | 750 | 2000 |
| 18 | У12А | АСт4кп | 75 | 90 | 800 | 1500 |
| 19 | У13 | 55 | АСт3кп | 70 | 1300 | 1400 |
| 20 | 65 | У11 | БСттт3пс | 65 | 730 | 1300 |
| 21 | 60 | У11 | У8А | 50 | 850 | 1250 |
| 22 | 45 | У9А | АСт6кп | 175 | 850 | 1300 |
| 23 | У8А | 70 | БСт2пс | 250 | 860 | 1300 |
| 24 | У12А | АСт4кп | 75 | 190 | 600 | 1200 |
| 25 | 65 | У11 | БСттт3пс | 265 | 530 | 1000 |
| 26 | 15 | У12А | У8 | 130 | 540 | 950 |
| 27 | 25 | У12А | 45 | 100 | 550 | 1400 |
| 28 | 40 | У10А | Ст5кп | 100 | 600 | 1200 |
| 29 | 45 | У13А | У8 | 140 | 820 | 1200 |
| 30 | 55 | У13А | 85 | 200 | 900 | 1500 |

Пример выполнения задания 1 показан в таблице 2

Задача

Пользуясь диаграммой «Железо-цементит» определите структурные составляющие при различных температурах и укажите характеристики сталей

Таблица 2(пример выполнения задания)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристики углеродистых сталей | Сталь45 | У8 | У12А |
| 1 | Содержание углерода | 0,45 | 0,8 | 1,2 |
| 2 | Конструкционная | да | нет | нет |
| 3 | Инструментальная | нет | да | да |
| 4 | Доэвтектоидная | + | - | - |
| 5 | Эвтектоидная | - | + | - |
| 6 | Заэвтектоидная | - | - | + |
| 7 | Качественная | + | + | - |
| 8 | Высококачественная | - | - | + |
| 9 | Структура при температуре 200С | Ф+П | П | П+Ц |
| 10 | Структура при температуре 7300С | А+Ф | А | А+Ц |
| 11 | Структура при температуре 11300С | А | А | А |

Задание 2.Написать по две детали из стали вашего варианта.

Пример выполнения задания 2.

Написать по две детали из сталей по заданию (пример)

Сталь 45- шестерни, валы

У8 – центры токарных станков, ножницы.

У12А – фрезы, ножи по металлу.

Задание 3

Подобрать конструкционный материал для изготовления проката различного профиля.

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить способы получения стали.
2. Что загружают в индукционные печи для получения стали?
3. Какие примеси снижают качество стали?
4. Перечислить металлический фасонный профиль, получаемый методом проката.
5. Перечислить металлические конструкции в городе Томске, выполненные из стали обыкновенного качества.
6. Назовите улучшаемые стали
7. Укажите обозначение углеродистых инструментальных сталей

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

**Тема:** Изучение микроструктуры и область применения стали.

**Цель работы:** Формирование навыков классифицирования углеродистых сталей.

**Задания:**

1.Зарисовать и описать микроструктуру углеродистых сталей.

Задания по вариантам

1.1Вариант 0,2% «С»; 1,0% «С» № по учебному журналу 1-6

1.2.Вариант 0,75% «С»; 1,2% «С» № по учебному журналу 7-14

1.3.Вариант 0,8% «С»; 0,3% «С» № по учебному журналу 15-21

1.4.Вариант 0,5% «С»; 1,2% «С» № по учебному журналу 22-30

2.Вычертиь диаграмму состояния железо-цементит сталей и указать на шкале концентрация, процентное содержание углерода, крестиком отметить положение заданных сталей.

3.Вычертить таблицу1 для заданных сталей, указать марки сталей согласно вашему процентному содержанию углерода, а также ГОСТ на выбранные стали.

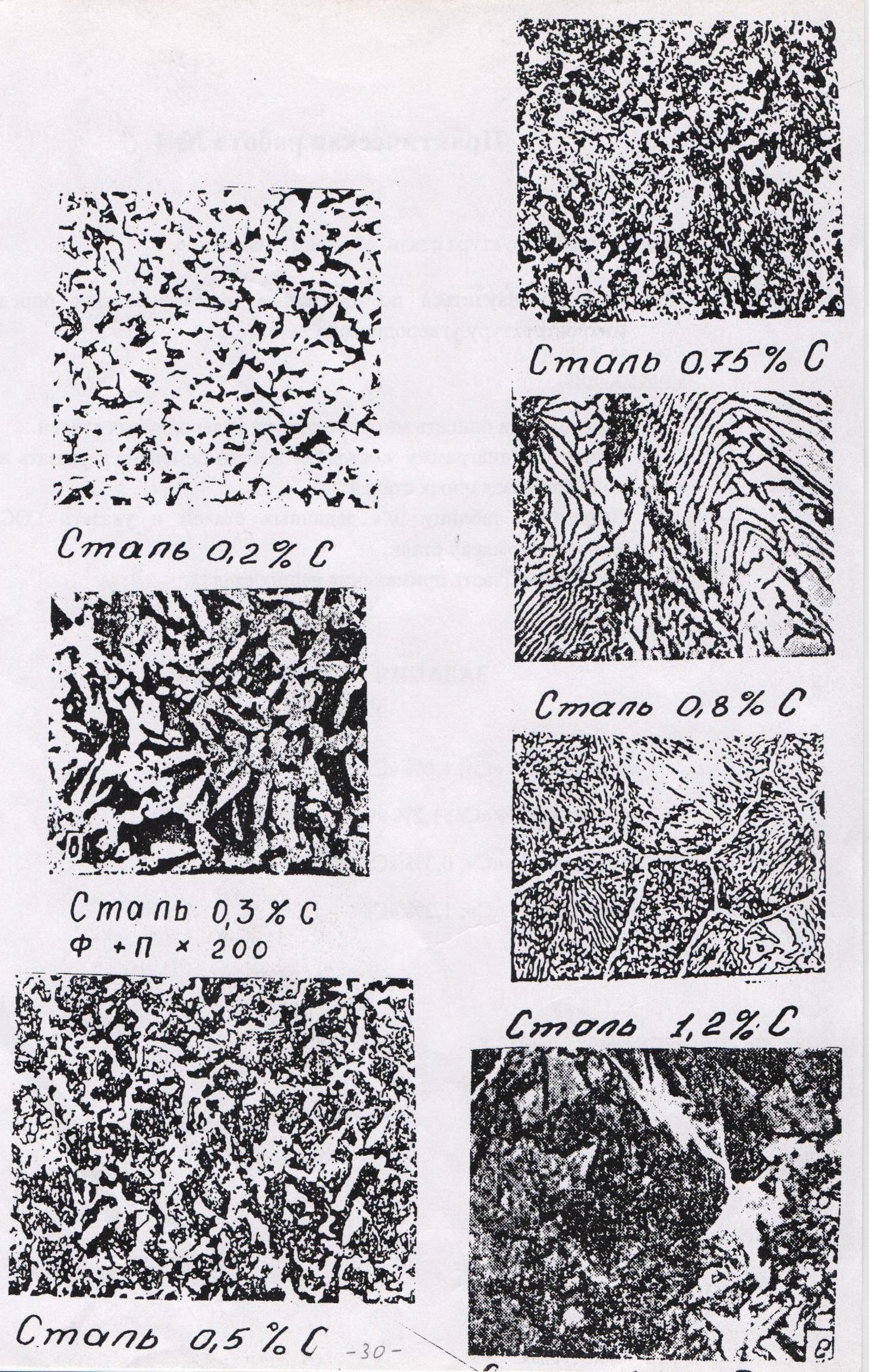
4.Написать область применения ваших сталей.

**Теоретические сведения**

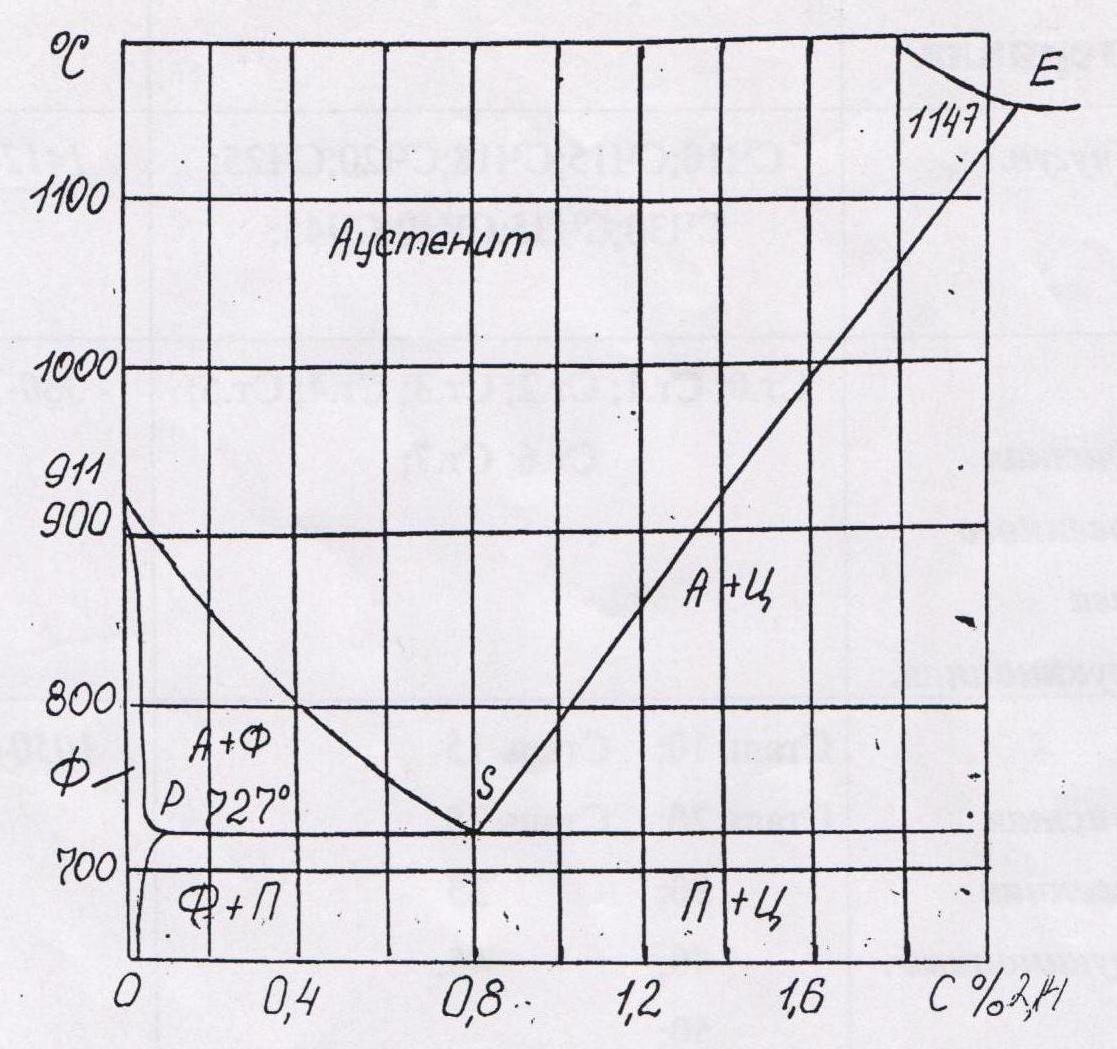
Стали обыкновенного качества обозначаются Ст и применяются в строительстве.

Конструкционные стали качественные применяемые в машиностроении обозначаются словом - Сталь. Число за словом сталь обозначает содержание углерода в сотых долях процента.

Стали инструментальные обозначаются буквой У. Число за буквой У- указывает содержание углерода, в десятых долях процента. Буква А - в конце марки обозначает, что сталь высококачественная.

****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование материала | Марки материалов | ГОСТ |
| Сталь углеродистая обыкновенного качества конструкционная | Ст0; Ст1; Ст2; Ст3; Ст4; Ст5; Ст6. | 380 – 79 |
| Сталь углеродистая качественная углеродистая | Сталь 10; Сталь 15;  Сталь 20; Сталь 25;  Сталь 30; Сталь 35;  Сталь 40; Сталь 45;  Сталь 50; Сталь 55;  Сталь 60; Сталь 65;  Сталь 70; Сталь 75. | 1050 – 74 |
| Сталь инструментальная углеродистая | У7;У8;У9;У10;У11;  У12;У13;  У7А;У8А;У9А;У9А;У10А; У11А;У12А;У13А. | 1435 – 74 |

****

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сталь | Содержание углерода | Марка стали | Структура стали | ГОСТ |
| Доэвтектоидная |  |  |  |  |
| Эвтектоидная |  |  |  |  |
| Заэвтектоидная |  |  |  |  |

Таблица 1- Пример выполнения задания 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сталь | Содержание углерода | Марка стали | Структура стали | ГОСТ |
| Доэвтектоидная | 0,15 | Сталь 15 | Ф+П | 1050-74 |
| Эвтектоидная | 0,8 | Сталь80 | Перлит | 1050-74 |
| У8, У8А | Перлит | 1435-74 |
| Заэвтектоидная | 1,2 | У12, У12А | Перлит + цементит | 1435-74 |

**Пример выполнения задания 4**

Написать область применения ваших сталей.

Область применения сталей:

**Сталь 15** –низкоуглеродистая, качественная, конструкционная,цементуемая, применяется для деталей с повышенной износостойкостью в поверхностном слое. Шестерни, валы, оси.

**Сталь 80**- высокоуглеродистая, качественная, конструкционная сталь. После закалки и среднего отпуска в этой ней возникают упругие свойства, поэтому из этой стали изготавливают рессоры и пружины.

**У8, У8А** – эта сталь обладает ударной вязкостью, поэтому после местной закалки и низкого отпуска поверхность твёрдая. Изготавливают молоток, зубила, центры токарных станков.

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить изделия из строительной стали.
2. Перечислить марки цементуемых сталей.
3. Как обозначаются марки инструментальных сталей?
4. Что обозначает буква А в конце марки стали?
5. В каких сталях после закалки и среднего отпуска возникают упругие свойства?

**ПРАКИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

**Тема:** Определение химического состава углеродистых и легированных сталей.

**Цель работы**: Формировать умения определять химический состав углеродистых и легированных сталей

**Задание:**

Задание №1.

Определить химический состав углеродистых и легированных сталей для трёх марок, вашего варианта. Задание в таблице 1

Таблица 1- Задание к задаче №1 по вариантам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | 1 | 2 | 3 |  | **№** | 1 | 2 | 3 |
| **1** | 15 | У8 | 18ХНМА |  | **16** | 14Г2 | Ст1 | 50ХМ |
| **2** | 20 | Ст3 | 18Х2Н4А |  | **17** | 15ХСНД | У8А | 45 |
| **3** | ШХ6 | 20ХГСА | 15Х |  | **18** | 20Х2Н4А | А20 | 30 |
| **4** | 45 | 20ХГ | 18Х2НА |  | **19** | 18ХГТ | 50 | У13А |
| **5** | 80 | 25ХГТ | 2ХМ4А |  | **20** | 45Х | У9А | ВСт3 |
| **6** | 65 | У9 | 12ХНЮА |  | **21** | 30ХРА | Ст3 | У10 |
| **7** | У8 | 20ХНМ | 40ХФА |  | **22** | 60Г | АС40ХЕ | У13А |
| **8** | АСт3 | У10 | 50ХФА |  | **23** | 60С2 | У10А | 45 |
| **9** | 20Х13 | У13 | 65С2ВА |  | **24** | 50ХГ | Ст2 | У7А |
| **10** | 75 | У11 | 70С2ХА |  | **25** | ШХ9 | У11А | А40Г |
| **11** | А12 | ХГС | 35 |  | **26** | 9ХФ | Ст5 | 40 |
| **12** | А40Г | У12А | 40Х10С2М |  | **27** | 11ХФ | У12 | 30Х3РА |
| **13** | А35Е | 35Г | 18Х2Н4МА |  | **28** | 9ХС | АС20ХГНМ | 20Х2НА |
| **14** | ШХ15 | У13 | 25ХГСА |  | **29** | Х12Ф1 | ВСт6 | 20ГСА |
| **15** | Ст1 | 17Х18Н9 | 40ХМФА |  | **30** | 45Х | У9 | 18ХМА |

Пример выполнения задания №1 представлен в таблице 2

Таблица 2. Химический состав сталей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Химический состав стали | | Марки сталей | | |
| А35Е (Сталь автоматная) | У9А | 12ХН2ЮА |
| Углерод | | 0,35 | 0,9 | 0,12 |
| Вредные примеси | Сера | 0,035 | 0,015 | 0,015 |
| Фосфор | 0,04 | 0,025 | 0,025 |
| Полезные примеси | Марганец | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Кремний | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Легирующие элементы | Хром | - | - | 1,0 |
| Никель | - | - | 2,0 |
| Алюминий | - | - | 1,0 |
| Селен | 1,0 | - | - |
| Железо | | 97,975 | 98,46 | 95,24 |
| ИТОГО | | 100 | 100 | 100 |

Задание №2

Написать, какие свойства изменили легирующие элементы в ваших сталях. При ответе на второй вопрос пользуйтесь таблицей 3

Пример выполнения задания № 2

Легированная сталь 12ХН2ЮА

**Хром увеличивает** 1.Твёрдость 2. Прочность 3. Пластичность

4.Коррозионную стойкость

**Никель увеличивает** 1.Коррозионную стойкость 2. Прочность 3.Ударную вязкость, 4.Прокаливаемость

**Алюминий увеличивает** 1.жаростойкость

Буква А в конце марки обозначает, что сталь высококачественная.

**Теоретические сведения**

Таблица 3- Влияние легирующих элементов на свойства черных металлов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Легирующие элементы | Cr | Ni | W | V | Ti | Co | Mo | AL | Сu |
| Увеличивает твёрдость | Хххх  хххх |  | Хххх  ххххх | Хххх  ххххх | Хххх  ххххх |  |  |  |  |
| Увеличивает прочность | Хххх  хххх |  |  | Хххх  ххххх | Хххх  ххххх |  | Хххх  ххххх |  |  |
| Увеличивает коррозионную стойкость | Хххх  хххх | Хххх  ххххх |  |  |  |  |  |  |  |
| Усиливает пластичность | Хххх  хххх |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Высокая прочность |  | Хххх  ххххх |  |  |  |  |  |  |  |
| Высокая пластичность |  | Хххх  ххххх |  |  |  |  |  |  |  |
| Повышает ударную вязкость |  | Хххх  ххххх |  |  |  | Хххх  ххххх |  |  |  |
| Увеличивает прокаливаемость |  | Хххх  ххххх |  |  |  |  |  |  |  |
| Увеличивает жаростойкость |  |  |  |  |  | Хххх  ххххх |  | Хх  ххх |  |
| Повышает упругость |  |  |  |  |  |  | Хххх  ххххх |  |  |
| Увеличивает антикоррозионные свойства |  |  |  |  |  |  |  |  | Х  Х  хх |
| Увеличивает красностойкость |  |  | Хххх  ххххх |  |  |  | Хххх  ххххх |  |  |

Задание 3

Перечислить, какие изделия можно изготовить из предложенных сталей.

Пример выполнения задания № 3

А35Е-сталь автоматная с добавлением селена. Сталь предназначена для изготовления стандартных деталей с резьбой на станках автоматах.

**Контрольные вопросы**

1.Перечислить области применения автоматных сталей

2. Назвать легирующие элементы

3.Назвать 5 обозначений легирующих элементов

4.Перечислить вредные примеси для стали

5.Рассказать о применения легирующих элементов

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9**

**Тема:** Химико-термическая обработка и поверхностное упрочнение стали.

**Цель практической работы:** Формирование умений определять разновидности и назначение химико-термической обработки.

**Задание:**

Задание 1.

Заполнить таблицу 1«Основные характеристики химико-термической обработки» по вариантам.

Варианты 1-10 (номер по учебному журналу)

Азотирование

Варианты 11-20 (номер по учебному журналу)

Хромирование.

Варианты 21-35(номер по учебному журналу)

Борирование

**Теоретические сведения**

Химико-термическая обработка-это процесс химического и термического воздействия на поверхностный слой стали с целью изменения свойств, структуры и состава. Химико-термическая обработка повышает твёрдость поверхности стали, её износостойкость, коррозионную стойкость, кислотоустойчивость и другие свойства. Химико-термическая обработка основана на диффузии атомов различных химических элементов в кристаллическую решетку железа при нагреве в среде, содержащей эти элементы.

**Таблица 1-** Основные характеристики ХТО

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Перечень вопросов | Цементация  (пример выполнения задания) | Ваш вариант по заданию |
| 1 | Сущность обработки | Насыщение поверхностного слоя стали атомами углерода |  |
| 2 | Цель процесса насыщения | Увеличить твёрдость и износостойкость |  |
| 3 | Температура процесса насыщения | 840-920 0С |  |
| 4 | Среда насыщения | Древесный уголь, углекислые соли |  |
| 5 | Степень насыщения | 0,8-1,2% углерода |  |
| 6 | Продолжительность процесса насыщения | 6-14часов |  |
| 7 | Глубина слоя насыщения | 0,5-2 мм |  |
| 8 | Какие стали подвергаются ХТО | Углеродистые и легированные с содержанием углерода 0,15; 0,20; 0,25. |  |
| 9 | Марки стали | 15, 20, 15Х, 25ХГТ, 20ХНМ, 2ХН3А, … |  |
| 10 | Рекомендуемые:  Предварительные и последующие обработки | 1.Мех.обработка  2.Цементация  3.Закака неполная  4.Отпуск низкий |  |
| 11 | Детали | Шестерни, валы, оси и т.д. |  |

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить виды химико-термической обработки стали.
2. Рассказать принцип действия карбюризатора.
3. Назвать цель поверхностного упрочнения металлорежущих элементов.
4. Перечислить способы цементации.
5. Рассказать о назначении химико-термической обработки.

**Практическая работа №10**

**Тема:** Определение марки стали по пределам текучести и выносливости.

Обоснование выбора ТО и ХТО для заданной детали.

**Цель работы:** Формирование навыков в выборе вида и режима термической или химико-термической обработки металлов в зависимости от назначения детали.

**Задание:**

Задание 1

Задача10.1

По пределу текучести и пределу выносливости из таблицы 10.1 выбрать деталь. Из таблиц №10.2- 10.6«Механические, технологические свойства условия термической обработки легированной стали», выбрать сталь. Описать выбранную сталь и расписать химический состав. Для выбранной стали и условиями эксплуатации вашей детали определите вид и режим термической или химико-термической обработки. Свои предложения и обоснования пояснить с помощью диаграммы железо-цементит.

Таблица 10.1- Задание по вариантам к практической работе №10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Детали | Саль | Механические свойства стали | |
| Gт (Мпа) | Gв (Мпа) |
| 1 | Шестерни |  | 686 | 884 |
| 2 | Валы |  | 884 | 1080 |
| 3 | Оси |  | 588 | 786 |
| 4 | Рычаги |  | 786 | 980 |
| 5 | Диски |  | 835 | 1080 |
| 6 | Валы |  | 1280 | 1616 |
| 7 | Малонагруженные пальцы |  | 735 | 884 |
| 8 | Лопасти гидротурбин |  | 884 | 980 |
| 9 | Траверсы |  | 1280 | 1470 |
| 10 | Пружины ЖД транспорта |  | 1373 | 1570 |
| 11 | Рессоры легковых автомобилей |  | 1079 | 1275 |
| 12 | Крупные клапанные пружины |  | 1324 | 1422 |
| 13 | Рессоры крупных автомашин |  | 1373 | 1570 |
| 14 | Пружины часовых механизмов |  | 1324 | 1471 |
| 15 | Пружины ответст. назначения 250 |  | 1471 | 1668 |
| 16 | Пружины при 250 С |  | 1666 | 1862 |
| 17 | Рессоры крупных пружин |  | 1324 | 1471 |
| 18 | Пружины ЖД транспорта |  | 1177 | 1275 |
| 19 | Пружины ЖД транспорта |  | 1177 | 1275 |
| 20 | Пружины часовых механизмов |  | 1471 | 1668 |
| 21 | Пружины ЖД транспорта |  | 1324 | 1471 |
| 22 | Маховики |  | 980 | 1080 |
| 23 | Зубчатые колёса |  | 786 | 884 |
| 24 | Шпильки |  | 786 | 980 |
| 25 | Стяжки |  | 1080 | 1470 |
| 26 | Фрикционные диски |  | 835 | 1030 |
| 27 | Крюки |  | 295 | 490 |
| 28 | Рычаги |  | 980 | 1178 |
| 29 | Зубчатые венцы |  | 686 | 786 |
| 30 | Упоры |  | 884 | 980 |
| 31 | Стяжки |  | 686 | 884 |

Задание 2

Расписать химический состав выбранной стали (выполнить в виде таблицы)

**Теоретические сведения**

Таблица №10.2 Механические, технологические свойства и условия термической обработки легированной стали (ГОСТ 4543—71)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка  стали | Термическая обработка | | | | | Механическая обработка | | | | Технологические свойства | | |
| Закалка | | | Отпуск | | σT, МПа | σВ, МПа | δS, % | *a*H, Дж/м2 | Обрабатываемость резанием | Свариваемость | Пластичность при холодной обработке давлением |
| Температура, °С | | Среда охлаждения | Температура, °С | Среда охлаждения |
| первой  закалки  (норма-  лизации) | второй  закалки |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромистые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 15X | 880 | 770 - 820 | Вода или масло | 180 | Воздух или масло | 490 | 735 | 12 | 7 | В | В | В |
| 15XA | 880 | 770 - 820 | То же | 180 | То же | 490 | 735 | 12 | 7 | В | В | В |
| 20X | 860 | 770 - 820 | » | 180 | » | 638 | 786 | 11 | 6 | В | В | У |
| 30X | 900 | - | Масло | 500 | Вода | 735 | 884 | 12 | 7 | В | У | У |
| 30XPA | 860 | 860 | » | 200 | Воздух | 1280 | 1570 | 9 | 15 | В | У | У |
| 35X | 860 | - | » | 500 | Вода или масло | 735 | 910 | 11 | 7 | В | У | У |
| 38XA | 860 | - | » | 550 | То же | 786 | 932 | 12 | 9 | В | У | У |
| 40X | 860 | - | » | 500 | » | 786 | 980 | 10 | 6 | В | У | У |
| 45X | 840 | - | » | 520 | » | 835 | 1030 | 9 | 5 | В | Н | Н |
| 50X | 830 | - | » | 520 | » | 884 | 1080 | 9 | 4 | В | Н | Н |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Марганцовистые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 20Г | 880 | - | Воздух | - | - | 270 | 451 | 24 | - | У | В | В |
| 25Г | 880 | - | Вода или воздух | 560 | Воздух | 295 | 490 | 22 | 9 | У | В | В |
| 30Г | 860 | - | То же | 600 | » | 315 | 540 | 20 | 8 | У | У | У |
| 35Г | 860 | - | » | 600 | » | 333 | 560 | 18 | 7 | У | Н | У |
| 40Г | 860 | - | » | 600 | » | 353 | 588 | 17 | 6 | У | Н | Н |
| 45Г | 850 | - | Масло или воздух | 600 | » | 372 | 569 | 15 | 5 | У | Н | Н |
| 50Г | 850 | - | То же | 600 | » | 392 | 648 | 13 | 4 | У | Н | Н |
| 10Г2 | 920 | - | Воздух | - | » | 245 | 422 | 22 | - | У | В | В |
| 30Г2 | 880 | - | Масло или воздух | 600 | » | 343 | 588 | 15 | - | У | У | У |
| 35Г2 | 870 | - | То же | 650 | » | 363 | 618 | 13 | - | У | Н | У |
| 40Г2 | 860 | - | » | 650 | » | 382 | 658 | 12 | - | У | Н | Н |
| 45Г2 | 850 | - | » | 650 | » | 402 | 686 | 11 | - | У | Н | Н |
| 50Г2 | 840 | - | » | 650 | » | 421 | 735 | 11 | - | У | Н | Н |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромомарганцовистые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 18ХГ | 880 | - | Масло | 200 | Воздух или масло | 735 | 884 | 10 | - | - | - | - |
| 18ХГТ | 880 - 950  воздух | 870 | » | 200 | Воздух или вода | 884 | 980 | 9 | 8 | - | - | - |
| 20ХГР | 880 | - | » | 200 | Воздух или масло | 785 | 980 | 9 | 8 | В | Н | У |
| 27ХГР | 870 | - | » | 200 | Воздух | 1178 | 1375 | 8 | 6 | В | Н | У |
| 25ХГТ | 880 - 950  воздух | 850 | » | 200 | Вода или масло | 1080 | 1470 | 10 | 7 | У | Н | У |
| 30ХГТ | 880 - 850  воздух | 850 | » | 200 | То же | 1280 | 1470 | 9 | 6 | - | - | - |
| 40ХГТР | 840 | - | » | 550 | » | 786 | 980 | 11 | 8 | В | Н | Н |
| 35ХГФ | 870 | - | » | 630 | » | 786 | 980 | 11 | 8 | - | - | - |
| 20ХГМ | 860 | - | » | 200 | Воздух | 1080 | 1178 | 10 | 8 | - | - | - |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромокремнистые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 33ХС | 920 | - | Вода или масло | 630 | Вода или масло | 686 | 884 | 13 | 8 | У | Н | Н |
| 38ХС | 900 | - | Масло | 630 | Масло | 735 | 932 | 12 | 7 | У | Н | Н |
| 40ХС | 800 | - | » | 540 | » | 1080 | 1225 | 12 | 3,5 | у | Н | Н |

Продолжение табл. 10.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка  стали | Термическая обработка | | | | | Механическая обработка | | | | Технологические свойства | | |
| Закалка | | | Отпуск | | σT, МПа | σВ, МПа | δS, % | *a*H, Дж/м2 | Обрабатываемость резанием | Свариваемость | Пластичность при холодной обработке давлением |
| Температура, °С | | Среда охлаждения | Температура, °С | Среда охлаждения |
| первой  закалки  (норма-  лизации) | второй  закалки |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 15ХМ | 880 | - | Воздух | 650 | Воздух | 275 | 441 | 21 | 12 | - | В | В |
| 20ХМ | 880 | - | Вода или масло | 500 | » | 638 | 786 | 12 | 9 | В | У | У |
| 30ХМ | 880 | - | Масло | 540 | Вода или масло | 735 | 932 | 11 | 8 | В | Н | У |
| 30ХМА | 880 | - | » | 540 | То же | 735 | 932 | 12 | 9 | В | Н | У |
| 35ХМ | 880 | - | » | 550 | » | 835 | 932 | 12 | 8 | В | Н | У |
| 38ХМ | 850 | - | » | 580 | Воздух | 884 | 980 | 11 | 7 | В | Н | У |
| 30Х3МФ | 870 | - | » | 620 | Вода или масло | 835 | 980 | 12 | 10 | В | Н | У |
| 40ХМФА | 860 | - | » | 580 | Масло | 932 | 1030 | 13 | 9 | В | Н | У |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромованадиевые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 15ХФ | 880 | 760 - 810 | Вода или масло | 180 | Воздух или масло | 540 | 735 | 13 | 8 | У | У | У |
| 40ХФА | 880 | - | Масло | 650 | Вода или масло | 735 | 884 | 10 | 9 | - | Н | У |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Никельмолибденовые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 15Н2М | 860 | 770 - 820 | Масло | 180 | Воздух | 638 | 835 | 11 | 8 | - | - | - |
| 20Н2М | 860 | - | » | 180 | » | 686 | 884 | 10 | 8 | - | - | - |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромоникелевые и хромоникелевые стали с бором | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 20ХН | 860 | 760 - 810 | Вода или масло | 180 | Вода или масло | 588 | 786 | 14 | 8 | В | У | У |
| 40ХН | 820 | - | То же | 500 | То же | 588 | 980 | 11 | 7 | У | Н | У |
| 45ХН | 820 | - | » | 530 | » | 835 | 1030 | 10 | 7 | В | Н | Н |
| 50ХН | 820 | - | » | 530 | » | 884 | 1080 | 9 | 5 | В | Н | Н |
| 20ХНГ | 930 - 950, воздух | 780 - 830 | Масло | 200 | Воздух или масло | 980 | 1178 | 10 | 9 | В | У | У |
| 12ХН2 | 860 | 760 - 810 | Вода или масло | 180 | То же | 588 | 786 | 12 | 9 | В | У | У |
| 12ХН3А | 860 | 760 - 810 | То же | 180 | » | 686 | 932 | 11 | 9 | В | У | У |
| 20ХН3А | 820 | - | Масло | 500 | Вода или масло | 735 | 932 | 12 | 11 | В | У | У |
| 12Х2Н4А | 860 | 760 - 800 | » | 180 | Воздух или масло | 532 | 1128 | 10 | 9 | В | У | У |
| 20Х2Н4А | 860 | 780 | » | 180 | То же | 1080 | 1280 | 9 | 8 | В | У | У |
| 30ХН3А | 820 | - | » | 530 | Вода или масло | 786 | 980 | 10 | 8 | В | Н | Н |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромокремнемарганцовые и хромокремнемарганцевоникелевые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 20ХГСА | 880 | - | Масло | 500 | Вода или масло | 638 | 786 | 12 | 7 | В | В | В |
| 25ХГСА | 880 | - | » | 480 | То же | 835 | 1080 | 10 | 6 | В | В | В |
| 30ХГС | 880 | - | » | 540 | » | 835 | 1080 | 10 | 4,5 | У | В | У |
| 30ХГСА | 880 | - | » | 540 | » | 835 | 1080 | 10 | 5 | У | В | У |
| 35ХГСА | 700 воздух | 890 | » | 230 | Воздух или масло | 1280 | 1616 | 9 | 4 | Н | В | У |
| 30ХГСН2А | 900 | - | » | 260 | То же | 1375 | 1616 | 9 | 6 | - | - | - |

Продолжение табл. 10.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка  стали | Термическая обработка | | | | | Механическая обработка | | | | Технологические свойства | | |
| Закалка | | | Отпуск | | σT, МПа | σВ, МПа | δS, % | *a*H, Дж/м2 | Обрабатываемость резанием | Свариваемость | Пластичность при холодной обработке давлением |
| Температура, °С | | Среда охлаждения | Температура, °С | Среда охлаждения |
| первой  закалки  (норма-  лизации) | второй  закалки |
| Стали хромомарганцевоникелевые и хромомарганцевоникелевыес титаном и бором | | | | | | | | | | | | |
| 15ХГР2ТА | 960 воздух | 840 | Масло | 180 | Воздух | 735 | 932 | 11 | 10 | - | - | - |
| 20ХГНР | 930 - 950 | 780 - 830 | » | 200 | То же | 1080 | 1280 | 10 | 9 | - | - | - |
| 20ХГНТР | 850 | - | » | 200 | Масло | 980 | 1178 | 9 | 8 | - | - | - |
| 38ХГН | 850 | - | » | 570 | Вода или масло | 686 | 786 | 12 | 10 | - | - | - |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромоникельмолибденовые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 14Х2Н3МА | 880 | - | Масло | 180 | Воздух | 884 | 980 | 10 | 8 | - | - | - |
| 20ХН2М | 860 | - | » | 200 | Вода или масло | 686 | 884 | 11 | 8 | - | - | - |
| 30ХН2МА | 860 | - | » | 530 | Воздух | 786 | 980 | 10 | 8 | - | - | - |
| 38Х2Н2МА | 870 | - | » | 580 | Воздух или масло | 932 | 1080 | 12 | 8 | - | - | - |
| 40ХН2МА | 870 | - | » | 860 | То же | 932 | 1080 | 12 | 8 | В | Н | Н |
| 42Х2Н2МА | 870 | - | » | 600 | » | 932 | 1080 | 10 | 8 | - | - | - |
| 38ХН3МА | 850 | - | » | 590 | Воздух | 980 | 1080 | 12 | 8 | - | - | - |
| 18Х2Н4МА | 950 воздух | 860 | Воздух  Масло | 200  550 | Воздух или масло | 835  784 | 1128  1029 | 12  12 | 10  12 | -  У | -  У | -  Н |
| 25Х2Н4МА | 850 | - | Мало | 560 | Масло | 932 | 1080 | 11 | 9 | У | У | Н |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Хромоникельмолибденованадевые и хромоникельванадиевые стали | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 30ХН2МФА | 860 | - | Масло | 680 | Воздух | 786 | 884 | 10 | 9 | - | - | - |
| 36Х2Н2МФА | 850 | - | » | 600 | » | 1080 | 1178 | 12 | 8 | - | - | - |
| 38ХН3МФА | 850 | - | » | 600 | » | 1080 | 1178 | 12 | 8 | - | - | - |
| 45ХН2МФА | 860 | - | » | 460 | Масло | 1280 | 1422 | 7 | 4 | - | - | - |
| 20ХН4ФА | 850 | - | » | 630 | Вода | 686 | 884 | 12 | 10 | - | - | - |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Стали хромоалюминиевые и хромоалюминиевые с молибденом | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| 38Х2Ю | 930 | - | Вода или масло | 630 | Вода или масло | 735 | 884 | 10 | 8 | - | - | - |
| 38Х2МНА | 940 | - | То же | 640 | » | 835 | 980 | 14 | 9 | - | - | - |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица №10.3Механические и технологические свойства инструментальной стали | | | | | |  | | |
| Марка | Механические свойства | | | | | Технологические свойства | | |
| σТ | σВ | δ, % | σН, кДж/м2 | НВ | Обрабатываемость резанием | Свариваемость | Пластичность при холодной обработке |
| МПа | |
|  |  | |  |  |  |  |  |  |
| У10А | - | 590 | 23 | - | 63\* | - | - | - |
| У11А | - | - | - | - | 63\* | - | - | - |
| У12А | - | 640 | 28 | - | 64\* | - | - | - |
| У13А | - | - | - | - | 64\* | - | - | - |
| \* Указана твердость HRCЭ. | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица №10.4 Свойства и рекомендуемые режимы  термической обработки рессорно-пружинной стали  (ГОСТ 14959 - 79) | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| Марка стали | Режим термической обработки | | | Механические свойства | | | |
| Темпера-тура закалки, °С | Зака-лочная среда | Темпе-ратура отпуска, °С | σТ | σВ | δ | ψ |
| МПа | | % | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 65 | 830 | Масло | 470 | 785 | 981 | 10 | 35 |
| 70 | 830 | » | 470 | 834 | 1030 | 9 | 30 |
| 75 | 820 | » | 470 | 883 | 1079 | 9 | 30 |
| 80 | 820 | » | 470 | 932 | 1079 | 8 | 30 |
| 85 | 830 | » | 470 | 981 | 1128 | 8 | 30 |
| 60Г | 830 | » | 470 | 785 | 981 | 8 | 30 |
| 66Г | 830 | » | 470 | 785 | 981 | 8 | 30 |
| 70Г | 830 | » | 470 | 834 | 1030 | 7 | 25 |
| 55С2, 55С2А | 870 | Масло или вода | 470 | 1177 | 1275 | 6 | 30 |
| 60С2 | 870 | Масло | 470 | 1177 | 1275 | 6 | 25 |
| 70С3А | 850 | » | 470 | 1471 | 1668 | 6 | 25 |
| 60С2Г | 870 | » | 470 | 1324 | 1471 | 6 | 25 |
| 50ХГ, 50ХГА | 850 | » | 470 | 1177 | 1275 | 7 | 35 |
| 55ХГР | 850 | » | 470 | 1177 | 1275 | 7 | 35 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Продолжение табл. 10.4 | | | | | | | |
| Марка стали | Режим термической обработки | | | Механические свойства | | | |
| Темпера-тура закалки, °С | Зака-лочная среда | Темпе-ратура отпуска, °С | σТ | σВ | δ | ψ |
| МПа | | % | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60С2А | 870 | Масло | 420 | 1373 | 1570 | 6 | 20 |
| 50ХФА | 850 | » | 470 | 1079 | 1275 | 8 | 35 |
| 50ХГФА | 850 | » | 470 | 1324 | 1422 | 6 | 35 |
| 55С2ГФ | 870 | » | 470 | 1373 | 1570 | 6 | 25 |
| 60С2ХА | 870 | » | 470 | 1324 | 1471 | 6 | 25 |
| 60С2ХФА | 870 | » | 470 | 1471 | 1668 | 6 | 25 |
| 65С2ВА | 850 | » | 420 | 1666 | 1862 | 5 | 20 |
| 60С2Н2А | 870 | » | 470 | 1324 | 1471 | 8 | 30 |

Таблица №.10.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица №.10.5 Магнитные свойства электротехнических сталей  (ГОСТ 21427.0 - 75 ÷ ГОСТ 21427.3 - 75) | | | | | | | | |
| Марка | Толщина листа, мм | Удельные потери, Вт/кг,  не более | | Магнитная индукция, Тл,  при напряженности магнитного  поля, А/м, не менее | | | | |
| *Р*1,0/50 | *Р*1,5/50 | 1000 | 2500 | 5000 | 10000 | 30000 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1211 | 1,00 | 5,4 | 12,5 | - | 1,53 | 1,62 | 1,76 | 2,00 |
|  | 0,65 | 3,4 | 8,0 | - | 1,50 | 1,62 | 1,75 | 1,98 |
|  | 0,50 | 3,1 | 7,2 | - | 1,50 | 1,62 | 1,75 | 1,98 |
| 1311 | 0,50 | 2,5 | 6,1 | - | 1,48 | 1,59 | 1,73 | 1,95 |
| 1413 | 0,50 | 1,55 | 3,5 | - | 1,48 | 1,59 | 1,73 | 1,94 |
|  | 0,35 | 1,35 | 3,0 | - | 1,48 | 1,59 | 1,73 | 1,94 |
| 1514 | 0,50 | 1,15 | 2,7 | 1,29 | 1,44 | 1,55 | 1,69 | 1,89 |
|  | 0,35 | 0,90 | 2,2 | 1,29 | 1,44 | 1,55 | 1,69 | 1,89 |
| 2011 | 0,65 | 3,8 | 9,0 | 1,48 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 2,02 |
|  | 0,50 | 3,5 | 8,0 | 1,49 | 1,6 | 1,7 | 1,8 |  |
| 2111 | 0,65 | 4,3 | 10,0 | 1,45 | 1,58 | 1,66 | 1,75 | 2,00 |
|  | 0,50 | 3,5 | 8,0 | 1,46 | 1,58 | 1,67 | 1,78 | 2,00 |
| 2212 | 0,65 | 2,6 | 6,3 | 1,42 | 1,58 | 1,67 | 1,77 | 2,00 |
|  | 0,50 | 2,2 | 5,0 | 1,42 | 1,60 | 1,68 | 1,77 | 2,00 |
| 2311 | 0,65 | 2,5 | 5,8 | 1,36 | 1,52 | 1,62 | 1,74 | 1,96 |
|  | 0,50 | 1,9 | 4,4 | 1,38 | 1,54 | 1,64 | 1,72 | 1,96 |
| 2412 | 0,50 | 1,30 | 3,1 | 1,35 | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,95 |
|  | 0,35 | 1,15 | 2,5 | 1,35 | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,95 |
| 3411 | 0,50 | 1,10 | 2,45 | - | 1,75 | - | - | - |
|  | 0,35 | 0,80 | 1,75 | - | 1,75 | - | - | - |
| 3412 | 0,50 | 0,95 | 2,10 | - | 1,80 | - | - | - |
|  | 0,35 | 0,70 | 1,50 | - | 1,80 | - | - | - |
| 3416 | 0,28 | - | 0,89 | - | 1,30 | - | - | - |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали\* | Размер сечения s, мм, не более | Механические свойства ( при поверхностной закалке σВ и σТ относится к сердцевине) | | | | Термообработка | Ориентировочный режим термообработки (З - закалка; О - отпуск с указанием температуры нагрева и охлаждающей среды; М - масло; В - вода; Н - нормализация) |
| твердость Н\*\* | | предел прочности σВ, МПа | предел текучести σТ, МПа |
| поверхности | сердцевины |
|  |  | Заготовка-поковка (штамповка или прокат) | | | | |  |
| 40 | 60 | 192...228 НВ |  | 700 | 400 | Улучшение | 3,840...860° С, В, О,  550...620° С |
| 45 | 80 | 170...217 НВ |  | 600 | 340 | Нормализация | Н, 850...870° С, |
|  | 100 | 192...240 НВ |  | 750 | 450 | Улучшение | З, 820...840° С, В, О,  560...600° С |
|  | 60 | 241...285 НВ | - | 850 | 580 | » | З, 820...840° С, В, О,  520...530° С |
| 50 | 80 | 179...228 НВ | - | 640 | 350 | Нормализация | Н, 840...860° С |
|  | 80 | 228...255 НВ | - | 700...800 | 530 | Улучшение | З, 820...840° С, О, 560...620° С |
| 40Х | 100 | 230...260 НВ | - | 850 | 550 | » | З, 830...850° С, О, 540...580° С |
|  | 60 | 260...280 НВ | - | 950 | 700 | » | З, 830...850° С, О, 500° С |
|  | 60 | 50...59 HRC | 26...30 HRC | 1000 | 800 | Азотирование | То же, с последующим мягким азотированием |
| 45Х | 100 | 230...280 HB | - | 850 | 650 | Улучшение | З, 840...860° С, М, О, 580...640° С |
|  | 100...300 | 163...269 HB | - | 750 | 500 | » | То же |
|  | 300...500 | 163...269 HB | - | 700 | 450 | » | » |
| 40ХН | 100 | 230...300 HB | - | 850 | 600 | » | З, 820...840° С, М, О,  560...600° С |
|  | 100...300 | ≥ 241 НВ | - | 800 | 580 | » |  |
| 40ХН | 40 | 48...54 HRC | - | 1600 | 1400 | Закалка | З, 820...840° С, М, О, 180...200° С |
| 35ХМ | 100 | 241 HB | - | 900 | 800 | Улучшение | З, 850...870° С, М, О, 600...650° С |
|  | 50 | 269 HB | - | 900 | 800 | » | То же |
|  | 40 | 45...53 HRC | - | 1600 | 1400 | Закалка | З, 850...870° С, М, О, 200...220° С |
| 40ХНМА | 80 | ≥ 302 HB | - | 1100 | 900 | Улучшение | З, 830...850° С, М, О, 600...620° С |
|  | 300 | ≥ 217 HB | - | 700 | 500 | » | То же |
| 35ХГСА | 150 | 235 HB | - | ≥ 760 | ≥ 500 | » | З, 850...880° С, М, О, 640...660° С |
|  | 60 | 270 HB | - | 980 | 880 | » | З, 850...880° С, М, О, 500° С |
|  | 40 | 310 HB | - | 1100 | 960 | » | То же |
|  | 30 | 46...53 HRC | - | 1700...7950 | 1350...1600 | Закалка | З, 860...880° С, М, О, 200...250° С |
| 20Х | 60 | 56...63 HRC | - | 650 | 400 | Цементация | З, О |
| 12ХН3А | 60 | 56...63 HRC | - | 900 | 700 | » | З, О |
| 25ХГТ | - | 58...63 HRC | - | 1150 | 950 | » | З, О |
| 38ХМЮА | - | 57...67 HRC | 30...35 HRC | 1050 | 900 | Азотирование | Заготовка-улучшение |
| Стальное литье | | | | | | | |
| 45Л | - | - | - | 550 | 320 | Нормализация | Н, О |
| 30ХНМЛ | - | - | - | 700 | 550 | » | Н, О |
| 40ХЛ | - | - | - | 650 | 500 | » | Н, О |
| 35ХМЛ | - | - | - | 700 | 550 | » | Н, О |
|  | | | | | | | |
| \* В обозначениях сталей первые цифры - содержащие углерода в сотых долях процента; буквы - легирующие элементы: Г - марганец, М - молибден,  Н - никель, С - кремний, Т - титан, Х - хром, Ю - алюминий; цифры после буквы - процент содержание этого элемента, если оно превышает 1%. Обозначение высококачественных легированных сталей дополняется буквой А; стального литья - буквой Л в конце.  \*\* При нормализации, улучшении и объемной закалке твердости поверхности и сердцевина близки. Ориентировочно Н ≈ (0,285 σВ) НВ. | | | | | | | |

Пример решения задачи

Пример написания условия задачи:

Дано:

Gт=1666 МПа

Gв=1862 Мпа

Определить марку стали для изготовления пружины.

Решение

По пределу текучести и пределу выносливости по таблице 10.4 определили марку стали 65С2ВА. Это легированная пружинно – рессорная сталь кремневольфрамовая с содержанием углерода 0,65%, кремния-2%, вольфрама-1%, высококачественная.

Последовательность обработки:

1. Механическая обработка
2. Закалка полная т.к. сталь доэвтектоидная, т.е. её необходимо нагреть на 30-500С выше линии GS(по диаграмме железо-цементит)
3. Отпуск средний, структура троостит, появляются упругие свойства. Деталь нагревается до температуры 350-4000С и медленно охлаждается.

Пример выполнения задания 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Химический состав стали | | Марки сталей | | |
| А35Е (Сталь автоматная) | У9А | 12ХН2ЮА |
| Углерод | | 0,35 | 0,9 | 0,12 |
| Вредные примеси | Сера | 0,035 | 0,015 | 0,015 |
| Фосфор | 0,04 | 0,025 | 0,025 |
| Полезные примеси | Марганец | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Кремний | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Легирующие элементы | Хром | - | - | 1,0 |
| Никель | - | - | 2,0 |
| Алюминий | - | - | 1,0 |
| Селен | 1,0 | - | - |
| Железо | | 97,975 | 98,46 | 95,24 |
| ИТОГО | | 100 | 100 | 100 |

**Контрольные вопросы**

1. Назвать единицы измерения предела текучести и предела выносливости
2. Указать какой вид отпуска выполняется после цементации на сталях 15Х, 20ХН
3. Перечислить способы закалки (способы охлаждения после нагрева детали до закалочных температур)
4. Назвать цель закалки
5. Назвать цель отпуска

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11**

**Тема:** Определение марки стали для бурильных труб.

**Цель работы:** Формировать представление по марке бурильной трубы для добычи нефти и природного газа определять марку стали по группе прочности стали, а также размеры трубы, т.е. диаметр и толщину её стенки. Бурильные трубы изготавливаются с высаженными внутрь концами или с всаженными наружу концами.

**Задание:**

Задание 1

Написать характеристику бурильной трубы по её марке. Указать группу прочности стали для бурильных труб. Выбрать марку стали для бурильных труб. Указать вид термической обработки. Описать характеристики своей буровой трубы.

**Таблица 11.1**- Марки бурильных труб (задание по номеру в учебном журнале)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | Марка бурильной трубы |  | **№** | Марка бурильной трубы |
| **1** | ЛН73\*8Д |  | **16** | 168\*10Л |
| **2** | Н89\*8Д |  | **17** | 168\*11Л |
| **3** | ЛН114\*9К |  | **18** | ЛП146\*10Е |
| **4** | Н114\*10К |  | **19** | П168\*10Л |
| **5** | Н127\*9К |  | **20** | П168\*11Л |
| **6** | ЛН127\*10К |  | **21** | НП73\*8Д |
| **8** | Н146\*11К |  | **23** | НП114\*10К |
| **9** | Н168\*10Л |  | **24** | НП127\*9К |
| **10** | Н168\*11Л |  | **25** | НП127\*10К |
| **11** | Л146\*9Е |  | **26** | ЛНП146\*10Е |
| **12** | 146\*10Е |  | **27** | НП146\*11Е |
| **13** | 146\*11Е |  | **28** | НП168\*10М |
| **14** | 168\*8Л |  | **29** | НП168\*11М |
| **15** | 168\*9Л |  | **30** | НП114\*9М |

**Теоретические сведения**

1. Если перед цифрами нет букв, то бурильная труба с всаженными внутрь концами.

2. Числа через знак умножения обозначают первое диаметр трубы (мм), а второе толщину стенки (мм)

3.Последняя буква за числами обозначает группу прочности **(Д, К, Е, Л, М.)**

Группа прочности характеризует механические свойства:

3.1 пределом текучести σт (кгс/мм2)

3.2 временным сопротивлением разрыву σв(кгс/мм2

3.3 относительным удлинением (%)

4.Буквы перед числом или первые обозначают:

4.1 для труб с левой резьбой после слова труба ставится буква **Л.**

4.2 для труб повышенной точности изготовления ставится буква **П.**

4.3 для труб с всаженными наружу концами ставится буква **Н.**

Последовательность выполнения практической работы

1. Последняя буква в марке трубы указывает группу прочности стали. Пользуясь таблицей №11.2 «Механические свойства сталей, применяемых для изготовления бурильных труб» Напишите временное сопротивление разрыву и предел текучести для вашей марки трубы.

**Таблица№11.2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Механические свойства | **Группы прочности стали** | | | | | | | |
| **Д** | **К** | **Е** | | **Л** | | | **М** |
| Временное сопротивление разрыву, кгс/мм | 65 | 70 | 75 | | | 80 | | 90 |
| Предел текучести, кгс/мм | 38 | 50 | | 55 | | 65 | 75 | |
| Относительное удлинение, % | 16 | 12 | | 13 | | 12,5 | 10,8 | |

2.Используя таблицу 10.2-10.6 в ПР№10 выберете марку стали для своей буровой трубы по пределу текучести, временному сопротивлению и относительному удлинению.

3.Оформить в виде таблицы и указать вид термической обработки, механические и технологические свойства.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка стали | Механические свойства | Технологические свойства |
| 15Х | Предел текучести (Мпа) 735 | Обрабатываемость резанием - высокая |
|  | Временное сопротивление(Мпа)490 | Свариваемость - высокая |
|  | Относительное удлинение % 12 | Пластичность при холодной обработке давлением- высокая |

Сталь 15Х низкоуглеродистая и закалке не поддаётся, поэтому последовательность обработки следующая:

Цементация

Закалка не полная

Отпуск низкий

5.Опишите характеристики своей буровой трубы.

Пример:

5.1. Бурильная труба127\*8К обозначает, что диаметром 127 мм с высаженными внутрь концами с толщиной стенок 8 мм, обычной точности изготовленная из стали группы прочности К.

5.2. Бурильная труба П127\*8К обозначает то же, что и в первом примере, но повышенной точности изготовления.

5.3. Бурильная трубаН140\*9Е, диаметром 140мм с всаженными наружу концами с толщиной стенки 9 мм, обычной точности изготовления из стали прочности Е.

5.4.Бурильная трубаНП140\*9Е. та же трубы, но повышенной точности изготовления.

5.5.Для бурильных труб с левой резьбой после слова труба ставится буква Л.

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить механические свойства по группе прочности
2. Назвать показатели определения стали для бурильных труб
3. Назвать единицы измерения относительного удлинения
4. Назвать цели закалки и отпуска
5. Назвать единицы измерения предела текучести и предела выносливости

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12**

**Тема:** Расчёт глубины скважины и влияние температуры на бурильную трубу

**Цель работы:** Приобретение практических навыков расчёта длины бурильной трубы от группы прочности стали и его поперечного сечения. Формирования умения рассчитать изменение длины трубы при различных температурах эксплуатации

**Задание:**

Задание 1

Определить глубину скважины для бурильной трубы (указать марку), если плотность стали 7,85г/см3

Таблица 1 – Задание по вариантам

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | Марка бурильной трубы |  | **№** | Марка бурильной трубы |
| **1** | ЛН73\*8Д |  | **16** | 168\*10Л |
| **2** | Н89\*8Д |  | **17** | 168\*11Л |
| **3** | ЛН114\*9К |  | **18** | ЛП146\*10Е |
| **4** | Н114\*10К |  | **19** | П168\*10Л |
| **5** | Н127\*9К |  | **20** | П168\*11Л |
| **6** | ЛН127\*10К |  | **21** | НП73\*8Д |
| **8** | Н146\*11К |  | **23** | НП114\*10К |
| **9** | Н168\*10Л |  | **24** | НП127\*9К |
| **10** | Н168\*11Л |  | **25** | НП127\*10К |
| **11** | Л146\*9Е |  | **26** | ЛНП146\*10Е |
| **12** | 146\*10Е |  | **27** | НП146\*11Е |
| **13** | 146\*11Е |  | **28** | НП168\*10М |
| **14** | 168\*8Л |  | **29** | НП168\*11М |
| **15** | 168\*9Л |  | **30** | НП114\*9М |

**Задача 2**

Определить на какую величину изменит свои размеры бурильная труба, если температура нефти tка температура на поверхности землиtн. Глубина скважины ℓн(м). Температурный коэффициент линейного расширения равен 1,67\*10-5

**Задание для выполнения практической работы №12**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Глубина ℓнскважин | | | | | Температура нефти tк | | | Температура на поверхности земли tн | | |
|  | 1 | | 2 | | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 5000 | | 4100 | | 3000 | 80 | 70 | 60 | 20 | 10 | 0 |
| 2 | 5100 | | 3900 | | 2900 | 50 | 80 | 70 | 30 | 20 | 10 |
| 3 | 4900 | | 3800 | | 2800 | 60 | 50 | 80 | 40 | 30 | 20 |
| 4 | 4800 | | 3700 | | 2700 | 70 | 60 | 50 | -10 | -15 | -20 |
| 5 | 4700 | | 3600 | | 2600 | 75 | 65 | 55 | -15 | -20 | -10 |
| 6 | 4600 | | 3500 | | 2500 | 55 | 75 | 65 | 20 | 40 | 30 |
| 7 | 4500 | | 3400 | | 2400 | 65 | 55 | 75 | 30 | 20 | 40 |
| 8 | 4400 | | 3300 | | 2300 | 55 | 75 | 65 | 20 | 10 | 30 |
| 9 | 4300 | | 3200 | | 2000 | 75 | 65 | 55 | 10 | 30 | 20 |
| 10 | | 4200 | 3100 | 2100 | | 65 | 55 | 75 | 15 | 25 | 35 |

**Теоретические сведения**

При нагревании все тела изменяют свои размеры. Длину будут изменять и бурильные трубы при подаче нефти.

ℓк=ℓн[1+α(tк-tн)]

где; ℓк, ℓн- длина трубы начальная и конечная.

α – температурный коэффициент линейного расширения.

α = 1,67 \* 10-5 (1/град)

tк- температура в скважине.

tн – температура на поверхности земли.

При решении задачи написать дано;

Пример:

Дано:

ℓн=7000 м Решение.

tн= 55 оС

tк=20 оС

α =1,67\*10-5

Δℓ - ?

ℓк - ?

Ответ: бурильная труба изменила свои размеры на Δℓ при глубине скважины 7000метров

Пример решения задачи 2

Определить глубину скважины для бурильной трубы ЛП146\*10Е, если плотность стали 7,85г/см3

Решение

Определяем временное сопротивление по группе прочности Е

σВ =75кгс/мм2

Определяем сечение бурильной трубы

S=π/4(Дн2–Дв2)

Где

Дн – наружный диаметр трубы

Дв – внутренний диаметр трубы

Дв= Дв-δ=146-10=136мм=13,6 см

S=π/4(Дн2–Дв2)= 3,14/4(14,62-13,62) =22,14 см2

S=π/4(Дн2–Дв2)= 3,14/4(1462-1362) =2214 мм2

Определяем массу бурильной трубы на длину в1 метр

V=S\*L

L=1М=100 см

V=22,14\*100=2214см3

Определяем расход стали на 1 метр бурильной трубы

М=V\*γ= 2214\*7,85 = 17402 гр=17,402 кг/м

Определяем нагрузку, которую выдерживает бурильная труба

Р=σв\* S= 75кгс/см2 \*2214 мм2 =166050 кгс

Определяем глубину скважины для бурильной трубы ЛП146\*10Е

H=P/M=166050/17,402=9542 м

Ответ: глубина скважины для бурильной трубы ЛП146\*10Е составляет 9542 метра, 9км и 542 м

**Контрольные вопросы**

1.Назвать коэффициент, влияющий на длину металлического изделия

2.Назвать группу прочности вашей бурильной трубы

3. Назвать параметры для определения марки стали бурильных труб.

4. Назвать единицы измерения температурного коэффициента линейного расширения

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13**

**Тема:** Сплавы меди. Латуни. Марки и применение.

**Цель работы:** Формирования умения определять химический состав латуни и классифицировать по назначению

**Задание:**

Задание 1

Написать химический состав латуни и дать ей название. Перечислить детали из латуни получаемые методом литья и методом деформации. Задание выполнить в виде таблицы. Задание по вариантам в таблице № 13.1 Пример оформления смотри в таблице №13.2

Таблица 1- задание по вариантам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № варианта | Латуни литейные | Латуни деформируемые |
| 1 | ЛЦ40С2 | ЛА77-2 |
| 2 | ЛЦ40Мц2 | ЛАЖ60-1-1 |
| 3 | ЛЦ40Мц3Ж | ЛАН59-3-2 |
| 4 | ЛЦ40Мц3А | ЛЖМц59-1-1 |
| 5 | ЛЦ38Мц2С2 | ЛМц58-2 |
| 6 | ЛЦ37Мц2С2К | ЛМцА57-3-1 |
| 7 | ЛЦ30А3 | ЛО90-1 |
| 8 | ЛЦ25С2 | ЛО70-1 |
| 9 | ЛЦ23А6Ж3Мц2 | ЛО62-1 |
| 10 | ЛЦ16К4 | ЛС63-1 |
| 12 | ЛЦ16К | ЛЖС58-1-1 |
| 13 | ЛЦ14К3С3 | ЛК80-3 |
| 14 | ЛЦ23А6Ж3Мц2 | ЛМш68-1 |
| 15 | ЛЦ30А3 | ЛАМш77-2-0,5 |
| 16 | ЛЦ40АЖ | ЛОМш70-1-0,05 |
| 17 | ЛЦ38Мц2С | ЛАНКМц75-2-3-05-05 |
| 18 | ЛЦ40С | ЛЖМц59-1-1 |
| 19 | ЛЦ36Мц202С2 | ЛО62-1 |
| 20 | ЛЦ40Мц1,5 | ЛС59-1 |
| 21 | ЛЦ40Мц3Ж | ЛС74-3 |
| 22 | ЛЦ25С2 | ЛС64-2 |
| 23 | ЛЦ14К3С3 | ЛС60-1 |
| 24 | ЛЦ23А6Ж3Мц2 | ЛС59-1 |
| 25 | ЛЦ40Мц3Ж | ЛЖС58-1-1 |
| 26 | ЛЦ40Мц3А | ЛК80-3 |
| 27 | ЛЦ25С2 | ЛМш68-0,05 |
| 28 | ЛЦ40С | ЛА85-1 |
| 29 | ЛЦ35Н2ЖА | ЛН65-5 |
| 30 | ЛЦ40Мц2 | ЛАМш77-0,05 |

**Теоретические сведения**

Латуни бывают 2-х видов:

1)Двухкомпонентные - простые латуни, состоящие только из латуни и цинка.

2)Многокомпонентные - специальные латуни состоящие не только из меди и цинка, но и присутствуют легирующие элементы.

Сложные “Специальные” латуни и бывают деформируемые и литейные. Маркируются разными комбинациями букв и цифр. При маркировке **деформируемых латуней** содержание элементов дается в процентах после буквенных обозначений. Первое число обозначает содержание меди, последующие цифры процентное содержание легирующих элементов, а остаток процентное содержание цинка

**Пример маркировки деформируемых латуней**

ЛАЖ 60-1-1 содержание 60% меди; 1% алюминия; 1% железа и 38% цинка.

100%-60%-1%-1%=38%1.

Деформируемые латуни:

ЛС64-2 свинцовая латунь

ЛМш68-1 латунь мышьяковая

Детали, получаемые методом давления из латуни.

Значки, ленты, таблички, проволока, листы, детали часов, цепочки для украшения.

При маркировке **литейных латуней** указываются содержание цинка, а количество легирующих элементов (%) ставится после буквы их обозначающих, а остаток процентного содержания приходится на медь.

**Пример маркировки литейных латуней**

ЛЦ40Мц3А – содержит 40 % цинка; 3% марганца; 1 % алюминия и 56 % меди.

100%-40%-3%-1%=56%2.

2.Литейные латуни:

ЛЦ40АЖ-латунь железоалюминиевая

ЛЦ25С2 –латунь свинцовая

Детали, получаемые методом литья из латуни.

Фитинги, дупель, болты, гайки, втулки.

Таблица №13.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Латуни деформируемые | | | |
| Марка латуни деформируемой | Химический состав | Название  латуни | Применение  Перечислить изделия из цветных сплавов |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Латуни литейные | | | |
| Марка латуни литейной | Химический состав | Название  латуни | Применение  Перечислить изделия из цветных сплавов |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

Пример выполнения задания№1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка латуни деформируемой | | | |
| Марка латуни | Химический состав | Название  латуни | Применение  Перечислить изделия из цветных сплавов |
| ЛА77-2 | Cu77% +Al2% +Zn21%=100% | Алюминиевая латунь | Конденсаторные трубки морских судов. |
| Марка латуни литейной | | | |
| Марка латуни | Химический состав | Название  латуни | Применение  Перечислить изделия из цветных сплавов |
| ЛЦ40С | Zn40%+Pb1%+Cu59%  =100% | Свинцовая латунь | Подшипники, втулки |

**Контрольные вопросы**

1.Дать определение сплава латунь

2.Рассказать принцип маркировки литейных и деформируемых латуней

3.Назвать пять букв, обозначающих легирующие элементы в латунях

4.Назвать основной легирующий элемент в латунях

5.Перечислить цвета латуни

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14**

**Тема:** Сплавы меди. Бронзы. Марки. Применение.

**Цель работы:** Научится расписывать химический состав бронзы. Изучить свойства и применение бронз.

**Задание:**

Задание 1

Выбрать три марки бронзы, относящиеся к литейным и три марки бронзы, относящиеся к деформируемым и указать их химический состав, название бронз, перечислить изделия из неё. Задание в таблице№14.1. Задание выполнить по форме оформления таблица №14.2

Таблица №14.1 Бронзы литейные и деформируемые

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Деформируемые | | Литейные |
| 1 | БрО 8 | БрО3Ц7С5Н |
| 2 | БрОФ 7-0,2 | БрО3Ц12С5 |
| 3 | БрОФ 6,5-0,4 | БрО4Ц4С17 |
| 4 | БрОФ 4-0,25 | БрО5Ц5С5 |
| 5 | БОЦ 4-3 | БрО10 |
| 6 | БрОЦС 4-4-2,5 | БрО19 |
| 7 | БрОЦС 4-4-4 | БрО10Ф |
| 8 | БрОЦ 4-3 | БрО10Ц2 |
| 9 | БрОЦС 4-4-2,5 | БрО8Ц4 |
| 10 | БрАМц9-2 | БрО8С12 |
| 11 | БрАЖ 9-4 | БрО5С25 |
| 12 | БрАЖМц 10-3-2 | БрО6Ц6С3 |
| 13 | БрАЖН 10-4-4 | БрО8Н4Ц2 |
| 14 | БрБ 2 | БрО3Ц7С5Н |
| 15 | БрБНТ 2-1-1 | БрО3Ц12С5 |
| 16 | БрКМц 3-1 | БрО17Ц4С4 |
| 17 | БрКН 1-1 | БрО5Ц5С5 |
| 18 | БрМц 5 | БрО3Ц7С5 |
| 19 | БрАЖНМц9-4-4-1 | БрО10 |
| 20 | БрБ | БрОС30 |
| 21 | БрКМц 3-1 | БрС6О42 |
| 22 | БрКН 1-3 | БрО10С12Н3 |
| 23 | БрМц 5 | БрА9Мц2Л |
| 24 | БрА 5 | БрА10Мц2Л |
| 25 | БрБ 2 | БрА11Ж6Н6 |
| 26 | БрАМц 9-2 | БрА9ж4н4Мц1 |
| 27 | БрКМц3-1 | БРС30 |
| 28 | БрБНТ 1-2-1 | БрА7Мц15Ж3Н2Ц2 |
| 29 | БрКН 1-3 | БрС60Н2 |
| 30 | БрМц 5 | БрА9Ж3Л |

При выполнении практической работы по теме: «Сплавы меди. Бронзы используйте оформление в виде таблицы№14.2

Таблица№14.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Бронзы деформируемые | | | |
| Марка бронзы | Химический состав бронз | Название бронзы | Применение  Перечислить изделия из цветных сплавов |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

Бронзы литейные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка бронзы | Химический состав бронзы | Название бронзы | Применение  Перечислить изделия из цветных сплавов |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

**Теоретические сведения о бронзах**

Бронзами называются сплавы меди с оловом, свинцом, алюминием и т.д., где никель и цинк не являются основными легирующими элементами.

Таблица№14.3 Механические характеристики бронз и их назначение.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Марка | НВ | % | МПа | Назначение |
| 1 | БрОФ8-1 | 90 | 60 | 450 | Сетки бумагоделательных машин |
| 2 | БрОФ7-1 | 85 | 60 | 440 | Зубчатые колёса |
| 3 | БрОФ6-1 | 65 | 65 | 440 | Пружины |
| 4 | БрОФ6-2 | 60 | 47 | 300 | Втулки |
| 5 | БрОФ4-1 | 65 | 50 | 350 | Трубки манометров |
| 6 | БрОЦ4-3 | 65 | 40 | 350 | Токоведущие пружины |
| 7 | БрОЦС4-4-4 | - | 35 | 340 | Втулки и прокладки автомобилей и тракторов |
| 8 | БрА7 | 70 | 70 | 490 | Мембраны, пружины |
| 9 | БрАМц2-9 | 127 | 40 | 488 | Зубчатые колёса, втулки, винты |
| 10 | БрАЖ9-4 | 117 | 45 | 488 | Гайки машинных винтов |
| 11 | БрАЖН10-4-4 | 147 | 45 | 540 | Направляющие втулки |
| 12 | БрБ2 | 147 | 50 | 588 | Упругие элементы |
| 13 | БрБНТ2 | 137 | 50 | 588 | Пружины |
| 14 | БрКМц3-1 | 78 | 60 | 392 | Вкладыши подшипников |
| 15 | БрМц5 | 86 | 45 | 353 | Топки котлов |
| 16 | БрСЗ0 | 24 | 4 | 5,8 | Антифрикционные детали |
| 17 | БрА11Ж6Н6 | 253 | 4 | 588 | Арматура |
| 18 | БрА10Ж4Н4Л | 166 | 6 | 588 | Детали химической промышленности |
| 19 | БрА10Ж3Мц2 | 127 | 14 | 490 | Арматура |
| 20 | БрА9Ж3Л | 107 | 8 | 490 | Фасонные отливки втулок |
| 21 | БрО10С10 | 73 | 6 | 196 | Подшипник скольжения |
| 22 | БрО10Ф1 | 88 | 3 | 245 | Узлы трения |
| 22 | БрО8Ц4 | 73 | 10 | 196 | Части трубопроводов в морской воде |
| 23 | БрО6Ц6С3 | 58 | 4 | 176 | Вкладыши подшипников |
| 24 | БрО5Ц5С5 | 58 | 6 | 138 | Биметаллические подшипники скольжения |
| 25 | БрО4Ц4С17 | 58 | 12 | 147 | Арматура |
| 26 | БрО3Ц6С5Н1 | 58 | 8 | 206 | Детали, работающие в масле |
| 27 | БрО3Ц12С5 | 58 | 5 | 206 | Арматура |
| 28 | БрО4Ц7С5 | 58 | 5 | 176 | Антифрикционные детали |
| 29 | БрКд1 | 68 | 45 | 332 | Троллейбусные провода |
| 30 | БрКН1-3 | 98 | 30 | 442 | Баки, резервуары |

**Пример:**

Написать химический состав бронзы марки БрА9Ж4Н4Мц1

- применяется для изготовления арматуры, работающей в морской воде.

Число за буквой указывает на содержание данного элемента

Количество всех компонентов составляет 100%, поэтому содержание меди определяется:

100%-9%-4%-4%-1%=82%

(Al9%+Fe4%+Ni4%+Mn1%+Cu82%=100%)

Название бронзы происходит от содержащихся в ней легирующих элементов:

Бронза марганцежелезоалюминеникелева. Марки бронз можно брать из интернета или справочной литературы.

Примечание:

В некоторых литейных латунях и бронзах предназначенных для фасонного литья, к марке добавляется буква Л. Например ЛАЖ60-1-1Л; ЛМц58-2Л; БрАЖН10-4-4Л и т.д.

Оловяннофосфорные бронзы употреблялись в 1871 году для отливки колоколов, пушек, статуй.

Алюминиевая бронза похожа на золото.

Кремневая бронза обладает сопротивлением разрыву, отличается большой электропроводностью.

**Контрольные вопросы**

1. Рассказать о достопримечательностях города Томска выполненных из бронзы.

2.Указать какая из выбранных бронз имеет максимальную твёрдость?

3.Дать определение сплава бронза.

4. Перечислить свойств бронз.

5.Назвать сплав, из которого отлита Царь-пушка?

6.Назвать какую бронзу первыми получили египтяне?

1.Фосфорная бронза

2.Алюминиевая бронза

3.Кремниевая бронза

4.Оловянная бронза

5.Марганцовая бронза

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15**

**Тема:** Назначение и применение сплавов высокой твёрдости.

**Цель работы:** Формирование умения выбирать сплав высокой твёрдости по назначению и эксплуатационным свойствам.

**Задание:**

Задание 1

Написать назначение, химический состав и эксплуатационные свойства сплавов высокой твёрдости.

Таблица №15.1 Задание по вариантам

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | № варианта | № варианта | Марка сплава высокой твёрдости | |
| 1 | 11 | 21 | ВК25 | ТТ7К12 |
| 2 | 12 | 22 | ВК20 | ТТ10К8 |
| 3 | 13 | 23 | ВК15 | Т30К4 |
| 4 | 14 | 24 | ВК8В | Т15К6 |
| 5 | 15 | 25 | ВК8 | Т14К8 |
| 6 | 16 | 26 | ВК6В | Т5К10 |
| 7 | 17 | 27 | ВК6М | Т5К12 |
| 8 | 18 | 28 | ВК6 | ТТ10К8 |
| 9 | 19 | 29 | ВК3 | ТТ7К12 |
| 10 | 20 | 30 | ВК4 | Т30К |

Задание 2**.**

Перевести значения твёрдости HRA в значения твёрдости HV. (ПР№2)

Задание 3.

Написать сплав высокой твёрдости, применяемый для бурения горных пород.

**Теоретические сведения**

Твёрдые сплавы значительно превосходят быстрорежущие стали по твёрдости(HRH73-75 и HRC65-69 соответственно), износостойкости, теплостойкости (900-1000 и 620-720С соответственно). Их применяют для резания с высокой скоростью материалов повышенной твёрдости.

Твёрдые сплавы изготавливают из порошков прессованием и спеканием и применяют в виде пластинок, припаиваемых или механически закрепляемых в режущем инструменте или в штампе, а также в виде инструментов простой формы (например, коротких свёрл). Твёрдые сплавы не принимают термической обработки и не изменяют своей высокой твёрдости. Свойства и область применения твёрдых сплавов изменяются в зависимости от их состава и структуры.

Структура сплавов: твёрдые частицы карбидов вольфрама и титана (а у некоторых сплавов, кроме того, карбидов тантала), связанные мягкой эвтектик на основе кобальта. С увеличением содержания кобальта снижаются твёрдость и износостойкость, но возрастает прочность.

Применяют сплавы с карбидом вольфрама и карбидом титана для резания сталей и сплавы с карбидом вольфрама для резания чугуна и в штампах.

В обозначениях марок твёрдых сплавов первые буквы указывают:

В – на присутствие карбида вольфрама (WC) и на то, что в таком сплаве нет других карбидов; Т – на присутствие карбида титана TiC (на ряду с карбидом вольфрама); цифра, следующая за буквой – а его количество (%). Это сплавы титановой группы. Если после буквы Т нет цифры и за ней следует вторая буква Т ,то сплав содержит, кроме того, карбид тантала (TaC) цифра следующая за второй буквой Т, указывает содержание карбида TaC.

Буква К обозначает кобальт, а следующая за ней цифра его содержание в %.

Буква В, если она приписывается в конце обозначения марки (после буквы К), указывает, что карбидные частицы более крупные. Эти сплавы имеют большую вязкость, но меньшую твёрдость. Буква М в конце обозначения марки означает, что сплав мелкозернистый и имеет более высокие свойства твёрдость и износостойкость при меньшей прочности.

Твёрдые сплавы (материалы с твёрдостью HV 1500-2000)

Таблица 2- Химический состав сплавов высокой твёрдости

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка сплава | Химический состав в % | | | | Твёрдость  HRA | Назначение |
| WC | TiC | TaC | Co |
| 1.Для резания сталей  Вольфрамотитанокобальтовые | | | | | | |
| Т30К | 66 | 30 | - | 4 | 92 | Точение с малым сечением среза, развёртывание |
| Т15К6 | 79 | 15 | - | 6 | 90 | Точение чистовое (непрерывное)  фрезерование |
| Т5К12 | 83 | 5 | - | 12 | 87 | Тяжёлое черновое точение, строгание |
| Т14К8 | 78 | 14 |  | 8 | 89,5 | Черновое и получистовое точение при непрерывном резании стали |
| Т5К10 | 85 | 5 |  | 10 | 88.5 | Черновое точение, строгание, черновое фрезерование сталей |
| Вольфрамотитанотанталокобальтовые | | | | | | |
| ТТ7К12 | 81 | 4 | 3 | 12 | 87 | Точение, строгание при больших нагрузках |
| ТТ10К8 | 82 | 5 | 5 | 8 | 89 | Черновая и чистовая обработка труднообрабатываемых материалов. Высокая эксплуатационная прочность и стойкость к ударам. Умеренная износостойкость |
| 2.Для резания чугунов, цветных металлов, сплавов и неметаллов  (Вольфрамокобальтовые) | | | | | | |
| ВК3 | 97 | - | - | 3 | 90,0 | Точение чистовое (непрерывное резание) чугуна. Обработка стекла, резины, пластмасс |
| ВК6 | 94 | - | - | 6 | 88,5 | Точение чистовое прерывное и черновое непрерывное чугуна, цветных металлов, полимеров |
| ВК6М | 94 | - | - | 6 | 90,0 | Обработка аустенитных сталей и сплавов, твёрдых чугунов и неметаллов |
| ВК6В | 94 | - | - | 6 | 87,5 | Бурение горных пород |
| ВК8 | 92 | - | - | 8 | 87,5 | Черновое точение, строгание, фрезерование чугунов и неметаллов |
| ВК8В | 92 | - | - | 8 | 86,5 | Точение аустнтных сплавов, строгание, строгание, бурение тяжёлых горных пород |
| ВК15 | 85 | - | - | 15 | 86 | Бурение горных пород, обработка гранита, дерева. Волочение стали. |
| 3.Для холодного деформирования – штамповые  (вольфрамокобальтовые) | | | | | | |
| ВК20 | 80 | - | - | 20 | 84,5 | Штампы и детали при повышенном износе и небольших ударных нагрузках |
| ВК25 | 75 | - | - | 25 | 83 | То же, при больших нагрузках |

Примечание. Твёрдость наиболее твёрдого сплава Т30К4 составляет HRC78, сплава Т15К6 – HRC74-75 и наиболее мягкого ВК25 – HRC62-64.

2**.**Перевести значения твёрдости HRAв значения твёрдости HV. (ПР№2)

3.Написать сплав высокой твёрдости, применяемый для бурения горных пород.

**Контрольные вопросы**

1. Сообщить, какой сплав более твёрдый быстрорежущая сталь или сплав высокой твёрдости?
2. Назвать сплав высокой твёрдости для бурения горных пород.
3. Перечислить области применения сплавов высокой твёрдости.
4. Рассказать, что обозначают буквы в конце марки при обозначении сплавов высокой твёрдости.
5. Назвать вид индентора для определения твёрдости сплава высокой твёрдости по шкале HRA или HRC.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16**

**Тема:** Расчёт производственной навески для резиносмесителя

**Цель работы:** Формирование умения рассчитать производственную навеску

ингредиентов и каучуков по весу и по объёму для изготовления резиновой смеси различного типа.

**Задание**

1.Записать определение реакции вулканизации.

2.Письменно перечислить марки каучуков

3. Написать назначение наполнителей

4. Рассчитать производственную навеску ингредиентов и каучуков по весу и по объёму для изготовления резиновой смеси различного типа.

Таблица 1- Задание по вариантам

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Марка резиновой смеси | Тип резины | № таблицы по вариантам |
| с1по 5 | ТСШ-33 | РТИ-1 | 9.2 |
| с6 по10 | ШВПМ-50 | РШ-1 | 9.3 |
| с11 по15 | ИШМ-45 | РТИШ | 9.4 |

Таблица 2- Рецепт резиновой смеси марки ТСШ-33, тип РТИ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование материалов | Массовый состав на 100 ч каучука | Массовый состав в % на смесь | Производственная навеска | |
| По весу | По объёму |
| 1 | НК | 12,12 |  |  |  |
| 2 | СКИ-3Д | 54,55 |  |  |  |
| 3 | СКС-30АПРД | 33,33 |  |  |  |
| 4 | Тиурам | 3,64 |  |  |  |
| 5 | Цимат | 1,51 |  |  |  |
| 6 | Белила цинковые | 4,85 |  |  |  |
| 7 | Нафтам | 0,97 |  |  |  |
| 8 | Стеарин | 2,73 |  |  |  |
| 9 | Парафин | 7,64 |  |  |  |
| 10 | Дибутилфталат | 1,45 |  |  |  |
| 11 | Масло трансформаторное | 0,39 |  |  |  |
| 12 | Мел природный обогащенный | 112,27 |  |  |  |
| 13 | Тальк | 42,43 |  |  |  |
| 14 | Каолин | 24,24 |  |  |  |
|  | ИТОГО | 302,1 | 100,00 | 250,00 | 160,00 |

Характеристика смеси

|  |  |
| --- | --- |
| Пластичность | Плотность, г/см3 |
| 0,42-0,52 | 1,57 |

Таблица 3- Рецепт резиновой смеси марки ШВПМ-50 №263

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование материалов | Массовый состав на 100 ч каучука | Массовый состав в % на смесь | Производственная навеска | |
| По весу | По объёму |
| 1 | СКИ-3Д | 50,00 |  |  |  |
| 2 | СКД | 30,00 |  |  |  |
| 3 | НК | 20,00 |  |  |  |
| 4 | Сера | 2,5 |  |  |  |
| 5 | Тиурам | 0,42 |  |  |  |
| 6 | Каптакс | 0,82 |  |  |  |
| 7 | Белила цинковые | 5,0 |  |  |  |
| 8 | Диафен | 2,0 |  |  |  |
| 9 | Стеарин | 5,0 |  |  |  |
| 10 | Мягчитель ПП | 12,0 |  |  |  |
| 11 | Битум нефтяной | 5,0 |  |  |  |
| 12 | Техуглерод | 42,72 |  |  |  |
| 13 | Каолин | 19,9 |  |  |  |
| 14 | Пиропласт | 4,64 |  |  |  |
|  | ИТОГО | 200,00 | 100,00 | 220,00 | 184,715 |

Характеристика смеси

|  |  |
| --- | --- |
| Пластичность | Плотность, г/см3 |
| 0,40-0,55 | 1,19 |

Таблица 4- Рецепт резиновой смеси марки ИШМ-45 №231

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование материалов | Массовый состав на 100 ч каучука | Массовый состав в % на смесь | Производственная навеска | |
| По весу | По объёму |
| 1 | СКИ-3Д | 71,0 |  |  |  |
| 2 | СКД | 29,0 |  |  |  |
| 3 | Тиурам | 4,67 |  |  |  |
| 4 | Цимат | 0,9 |  |  |  |
| 5 | Диафен | 2,0 |  |  |  |
| 6 | Смола фенольная | 0,9 |  |  |  |
| 7 | Белила цинковые | 11,12 |  |  |  |
| 8 | Ацетонанил | 1,56 |  |  |  |
| 9 | Мягчитель ПП | 7,78 |  |  |  |
| 10 | Стеарин | 2,22 |  |  |  |
| 11 | Мел природный обогащенный | 22,00 |  |  |  |
| 12 | Техуглерод | 13,33 |  |  |  |
| 13 | Каолин | 22,22 |  |  |  |
| 14 | Битум нефтяной | 2,22 |  |  |  |
| 15 | Тальк | 31,08 |  |  |  |
| 16 | Масло трансформаторное | 0,22 |  |  |  |
|  | ИТОГО | 222,22 | 100,00 | 250,00 | 187,534 |

Характеристика смеси

|  |  |
| --- | --- |
| Пластичность | Плотность г/см3 |
| 0,40-0,55 | 1,33 |

.

**Теоретические сведения**

Основные материалы резиновых смесей.

Основой всех резин являются каучуки.

Типы каучуков:

Натуральный каучук (НК)

1.2. Синтетические каучуки (СК)

1.2.1 Бутадиеновый

1.2.2. Бутадиенстирольный

1.2.3. Хлоропреновый

1.2.4. Изопреновый

1.2.5. Этилен-пропиленовый.

2. Основные инридиенты резиновых смесей в таблице 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Группы ингридиентов | Дозировка на каучук в % |
| 1 | **Вулканизирующие вещества** |  |
|  | Молотая сера | 1,5-3 |
|  | Тиурам | 2-4 |
| 2 | **Укорители вулканизации** |  |
|  | Тиурам | 1.5-3 |
|  | Каптакс | 1,0 |
|  | Цимат | 1,0 |
|  | Глицерин | 1,0 |
| 3 | **Наполнители** |  |
|  | **АКТИВНЫЕ** |  |
|  | Сажа канальная активная | 10-90 |
|  | Сажа печная активая | 10-90 |
|  | Сажа печная среднеактивная | 10-90 |
|  | Сажа печная полуактивная | 10-90 |
|  | Сажа печная малоактивная | 10-90 |
|  | Ацетиленовая сажа | 10-90 |
|  | Аэросил | 10-20 |
|  | Цинковые белила | 10-20 |
|  | Каолин | 10-20 |
|  | **НЕАКТИВНЫЕ** |  |
|  | Мел химически осаждённый | 50-210 |
|  | Мел природный обогащённый | 50-220 |
|  | Тальк молотый обогащенный | 50-200 |
| 4 | **Мягчители** |  |
|  | Парафин | 0,5-15 |
|  | Мягчитель ПП | 0,5-15 |
|  | Лак битум | 0,5-15 |
|  | Стеариновая кислота | 0,5-15 |
| 5 | **Противостарители** |  |
|  | Неозон | 1-2 |
|  | Сплав АФ-1 | 1-2 |
|  | Продукт 4010NA | 1-2 |
| 6 | **Красители** |  |
|  | Лак бордо | 0,1-0,3 |
|  | Лак рубин | 0,1-0,3 |
|  | Пигменты (зелёный, голубой, оранжевый). | 0,1-0,3 |

**Контрольные вопросы**

1.Перечислить семь групп ингредиентов.

2.Назвать области применения кабельных резин.

3.Перечислите параметры, влияющие на качество резиновой смеси.

4.Назвать ингредиенты вулканизирующей группы.

5.Перечислить виды каучуков.

6.Перечислить назначения наполнителей неактивных.

7.Назвать характеристики смеси, обязательно указанные в паспорте на резину.

8.Назвать единицы плотности резиновой смеси.

9. Назвать роль вулканизирующей группы.

10. Назвать материал, который является основой всех резин.

**Литература**

**Основная литература:**

1. Чумаченко Ю. Т. Материаловедение и слесарное дело [Электронный ресурс]  : учебник / Ю.Т. Чумаченко, Г.В. Чумаченко. – М. : КноРус, 2019.  – (Cреднее профессиональное образование). – Режим доступа : <https://www.book.ru/book/929531>

**Дополнительная литература:**

1. Вологжанина С. А. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник для студ. учреждений сред. проф. учеб. заведений / С. А. Воложанина, А. Ф. Иголкин. – М. : ИЦ Академия, 2017. – 496 с. – Режим доступа : http://www.academia-moscow.ru/
2. Журавлева Л. В. Основы электроматериаловедения : учебник для сред. проф. образования / Л. В. Журавлева. – М. : ИЦ Академия, 2015. – 287 с.
3. Лахтин Ю. М. Основы металловедения : учебник для сред. проф. образования / Ю. М. Лахтин. – СПб : Лань-Трейд, 2018. – 272 с.
4. Моряков О. С. Материаловедение : учебник для сред. проф. образования / О. С. Моряков. – 8-е изд., стер. – М. : ИЦ Академия, 2015. – 288 с.
5. Соколова Е. Н. Материаловедение : лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. учеб. заведений / Е. Н. Соколова, А. О. Борисова, Л. В. Давыденко. – М. : ИЦ Академия, 2017. – 128 с – Режим доступа : <http://www.academia-moscow.ru>/
6. Черепахин А. А. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник для студ. учреждений сред. проф. учеб. заведений / А. А. Черепахин. – М. : ИЦ Академия, 2018. – 384 с. – Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru>/
7. Интернет-ресурсы:
8. 1. Материаловедение. Каталог научных сайтов. [Электронный ресурс] режим доступа <http://elementy.ru/catalog/t238/Materialovedenie> Дата обращения: 31.08.18г.
9. 2. СЕТЕВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ [Электронный ресурс] режим доступа <http://www.docme.ru/doc/371871/setevye-obrazovatel._nye-resursy-po-materialovedeniyu> Дата обращения: 31.08.18г.
10. 3. Металлы и сплавы [Электронный ресурс] режим доступа https://studfiles.net/preview/5333397/ Дата обращения: 31.08.18г.