

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Югорский государственный университет» (ЮГУ)
СУРГУТСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения
высшего образования «Югорский государственный университет»
(СНТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельных работ

МДК.01.01. Технология бурения нефтяных и газовых скважин
материаловедение

для специальности среднего профессионального образования:

21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин.

Сургут

2019

УТВЕРЖДЕНО

Заседанием Методического совета

Протокол №2 от 02.10.2019

Председатель Методического совета
СНТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»


_____ А.В. Кузнецова

Рассмотрено и одобрено на заседании ПЦК автомобильного транспорта
Протокол №1 от 10.09.2019

Разработчик:

Преподаватель высшей категории

СНТ (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

Л.И Семёнкина

Председатель ПЦК автомобильного транспорта:

Преподаватель высшей категории

СНТ (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

С.В.Ермакова

Содержание

Пояснительная записка.....	
1. Карта самостоятельной работы обучающегося.....	
2. Порядок выполнения самостоятельной работы обучающихся.....	
2.1. Инструкции по выполнению различных видов самостоятельной работы, предусмотренных рабочей программой УД/МДК.....	
2.2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы.....	

Пояснительная записка

Материаловедение является дисциплиной общепрофессионального цикла в соответствии с ФГОС СПО третьего поколения в профессиональных образовательных учреждениях. Самостоятельная работа является одним из видов учебной работы обучающихся.

Основные цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний, формирование умений использовать справочную документацию и дополнительную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельного мышления;
- развитие исследовательских умений.

Особую важность приобретают умения обучающихся выбирать материалы для профессиональной деятельности, определять основные свойства материалов по маркам, знание свойств, классификации, характеристики применяемых в профессиональной деятельности материалов, физических и химических свойств горючих и смазочных материалов, самостоятельное применение полученных знаний и умений на практике. На самостоятельную работу в курсе изучения дисциплины отводится 24 часа. Методические рекомендации помогут обучающимся целенаправленно изучать материал по теме, определять свой уровень знаний и умений при выполнении самостоятельной работы.

Формируемые компетенции:

ОК1, ОК2.

ПК1.1, ПК1.4

Рекомендации для обучающихся по выработке навыков самостоятельной работы

- Слушать, записывать и запоминать лекцию.
- Внимательно читать план выполнения работы.
- Выбрать свой уровень подготовки задания.
- Обращать внимание на рекомендуемую литературу.
- Из перечня литературы выбирать ту, которая наиболее полно раскрывает вопрос задания.
- Учиться кратко излагать свои мысли.
- Использовать общие правила написания конспекта.
- Оценивать, насколько правильно понято содержание материала, для этого придумать вопрос, направленный на уяснение материала.
- Обращать внимание на достижение основной цели работы.

Карта самостоятельной работы обучающегося

Раздел	Тема	Название работы	Формируемые компетенции	Методы контроля	Кол-во часов
Раздел 1	Формирование структуры деформированных металлов и сплавов.	Выбрать и обосновать термообработку для заданной детали с применением диаграммы железо-цементит.	ОК1 ОК2 ПК1.4	письменный отчет в рабочей тетради	2
	Строение металлических сплавов.	Используя диаграмму железо-цементит построить кривые охлаждения и нагревания для заданных сплавов. Описать превращения с применением правила Фаз.	ОК1 ОК2 ПК1.4	письменный отчет в рабочей тетради	3
	Формирование структуры деформированных металлов и сплавов.	Подготовить сообщение «Изменение свойств сплава после химико-термической обработки».	ОК1 ОК2 ПК1.4	доклад	2
Раздел 2	Конструкционные материалы.	Выбрать и обосновать сплавы для заданных деталей (указать химический состав, свойства).	ОК1 ОК2 ПК1.4	письменный отчет в рабочей тетради	24
	Конструкционные материалы.	Выбрать и обосновать сплавы для заданных инструментов (указать химический состав и свойства).	ОК1 ОК2 ПК1.4	письменный отчет в рабочей тетради	2
	Материалы для режущих и измерительных инструментов.	Подготовить сообщение «Новые материалы для режущих инструментов».	ОК1 ОК2 ПК1.4	доклад	2
	Конструкционные материалы.	Выбрать марки сплавов для конструкций в зависимости от	ОК1 ОК2	письменный отчет в рабочей тетради	2

		условий эксплуатации.	ПК1.1		
	Материалы для режущих и измерительных инструментов.	Выбрать режущий инструмент, назначить режим резания (с использованием таблиц нормативов), обработка – точение.	ОК1 ОК2 ПК1.1	письменный отчет в рабочей тетради	2
	Материалы, устойчивые к воздействию температуры и рабочей среды.	Подготовить сообщение «Новые методы защиты металлов и сплавов от коррозии».	ОК2 ПК1.4	доклад	2
	Формирование структуры деформированных металлов и сплавов.	Подготовить сообщение «В чём отличие обычной закалки от ступенчатой и изотермической. Преимущества и недостатки».	ОК2	доклад	2
	Материалы с малой полнотью.	Подготовить сообщение «Модификация. Пример использования модификации для повышения свойств литейных алюминиевых сплавов».	ОК1 ОК2	доклад	2
	Строение и свойства материалов.	Подготовить сообщение «Явление полиморфизма в приложении к железу. Какое практическое значение оно имеет».	ОК1 ОК2	доклад	2
				ИТОГО	24

Название работы:

Выбрать и обосновать термообработку для заданной детали с применением диаграммы железо-цементит.

Цель: Получить навыки в подборе термообработки для определенных деталей.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: письменный отчет в рабочей тетради.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Превращения в стали при нагреве. Превращения переохлажденного аустенита. Мартенситное превращение и его особенности. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Превращения при отпуске закаленной стали.

Теория и практика термической обработки стали - главные вопросы металловедения. Термическая обработка - один из основных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов.

При изучении превращений переохлажденного аустенита особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада (см. рис. 2 в приложении), устанавливающую связь между температурными условиями превращения, интенсивностью распада и строением продуктов превращения. Разберитесь в механике и особенностях перлитного, промежуточного и мартенситного превращений, происходящих соответственно в верхней, средней и нижней температурных областях. Уясните строение и свойства перлита, сорбита, тростита, бейнита, мартенсита и особенно различие и сходство одноименных структур, получаемых при распаде аустенита и отпуске закаленной стали. Запомните практическое значение термокинетических диаграмм.

Изучите влияние легирующих элементов на кинетику и характер превращения аустенита в перлитной, промежуточной и мартенситной областях. В связи с влиянием легирующих элементов на диаграммы изотермического распада аустенита рассмотрите причины получения различных классов по структуре (перлитного, мартенситного, аустенитного). Уясните влияние легирующих элементов на превращения при отпуске. Запомните, что легирующие элементы, как правило, затормаживают процессы превращений.

Основные виды термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, обработка холодом. Прокаливаемость стали. Отпуск стали. Поверхностная закалка.

Уясните влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали и физическую сущность процессов отжига, нормализации, закалки и обработки холодом. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разновидности режимов и их назначение. Для выяснения причин брака при термической обработке стали следует прежде всего разобраться в природе термических и фазовых напряжений. Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики. Разберитесь в способе получения высокопрочных деталей термомеханической обработкой.

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить особое сочетание свойств поверхностного слоя и сердцевины, что приводит к повышению эксплуатационных характеристик изделия. При изучении индукционной закалки уясните связь между глубиной проникновения закаленного слоя и частотой тока. Закалка при нагреве токами высокой частоты приводит к получению более высоких механических свойств, чем при обычном нагреве. Для получения оптимальных результатов следует руководствоваться диаграммами допустимых и преимущественных режимов нагрева под закалку токами высокой частоты.

Современные автоматические и полуавтоматические агрегаты для термической обработки могут быть включены в технологические линии машиностроительных

заводов, в связи с чем при массовом производстве отпадает необходимость в специальных термических цехах и отделениях.

Задание:

Выберите и обоснуйте термическую обработку для:

- рессоры из стали 60С2;
- штампа из стали 5ХНВА;
- пружины из стали 40Х13.

Пример:

Выберите и обоснуйте режим термической обработки для резца из стали У10А.

Ответ: заготовка для резца подвергается предварительной термической обработке-отжигу на зернистый цементит для получения мягкой однородной структуры. Температура отжига 770-790°C, охлаждение в печи. После окончательной механической обработки, кроме шлифования, резец подвергается закалке и низкому отпуску. Поскольку сталь У10А является заэвтектоидной, закалка производится неполная, температура нагрева 770-780-°С, время выдержки назначается в зависимости от сечения, обычно 1-2 ч. Средой охлаждения является вода, т.к. углеродистая сталь имеет большую критическую скорость закалки. Лучшие результаты даёт закалка в двух средах-в воде, а затем масле. Т.к. резец должен иметь высокую твёрдость, то он подвергается низкому отпуску при температуре 150-200°C. После термической обработки резец имеет твёрдость порядка HRC 60-62.

Критерии оценки:

- правильно выбрана термообработка с применением диаграммы железо-цементит (отлично);
- правильно выбрана термообработка с применением диаграммы железо-цементит, но есть ошибка на диаграмме (хорошо);
- правильно выбрана термообработка, но не указана на диаграмме железо-цементит (удовлетворительно);

Самостоятельная работа №2

Название работы:

Используя диаграмму железо-цементит построить кривые охлаждения и нагревания для заданных сплавов. Описать превращения с применением правила Фаз.

Цель: Приобрести практические навыки в построении кривых охлаждения и проведении расчетов с применением правила Фаз.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: письменный отчет в рабочей тетради

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 3.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Перед тем как приступить к изучению диаграммы состояния, повторите термический анализ, построение кривых нагрева и охлаждения, т.к. кривые охлаждения строят при медленном охлаждении, поэтому структуры на диаграмме соответствуют равновесному состоянию. Разберите критические точки сплавов как температуры фазовых превращений и структуры, образующиеся после каждого превращения.

Разбирая диаграмму состояния сплавов, компоненты которых в твёрдом состоянии не растворяются друг в друге (свинец- сурьма; олово- цинк) нужно прежде всего чётко уяснить, что собой представляет эвтектика. Обратите внимание на то, что температура окончательного затвердевания сплавов, образующих эвтектику, от состава сплавов не зависит, и на диаграмме образование эвтектики характеризуется горизонтальной линией.

При изучении диаграммы состояния сплавов, обладающих неограниченной растворимостью как в жидком, так и в твёрдом состоянии, разберите какие вещества называют твёрдым раствором и какие виды твёрдых растворов могут быть в сплавах. Обратите внимание на то, что в сплавах, образующих твёрдые растворы, в отличие от сплавов с эвтектикой, температура и начала, и конца затвердевания зависит от состава сплава и все сплавы затвердевают в интервале температур. Поскольку вещества обладают неограниченной растворимостью, то ни в одном сплаве не будет кристаллов свободных компонентов, а все сплавы данной системы будут однофазными и представлять собой твёрдый раствор.

Диаграмма железо- цементит должна быть хорошо усвоена, т.к. иначе невозможно понять сущность и различные виды термической обработки.

Изучите основные линии диаграммы Fe-Fe₃C и превращения, происходящие на них. Запомните равновесные структуры железоуглеродистых сплавов: аустенит, феррит, перлит, цементит, ледебурит. Запомните разницу между эвтектикой и эвтектоидом. Хорошо разберитесь в процессах, протекающих при нагревании и охлаждении сплавов с различной концентрацией углерода.

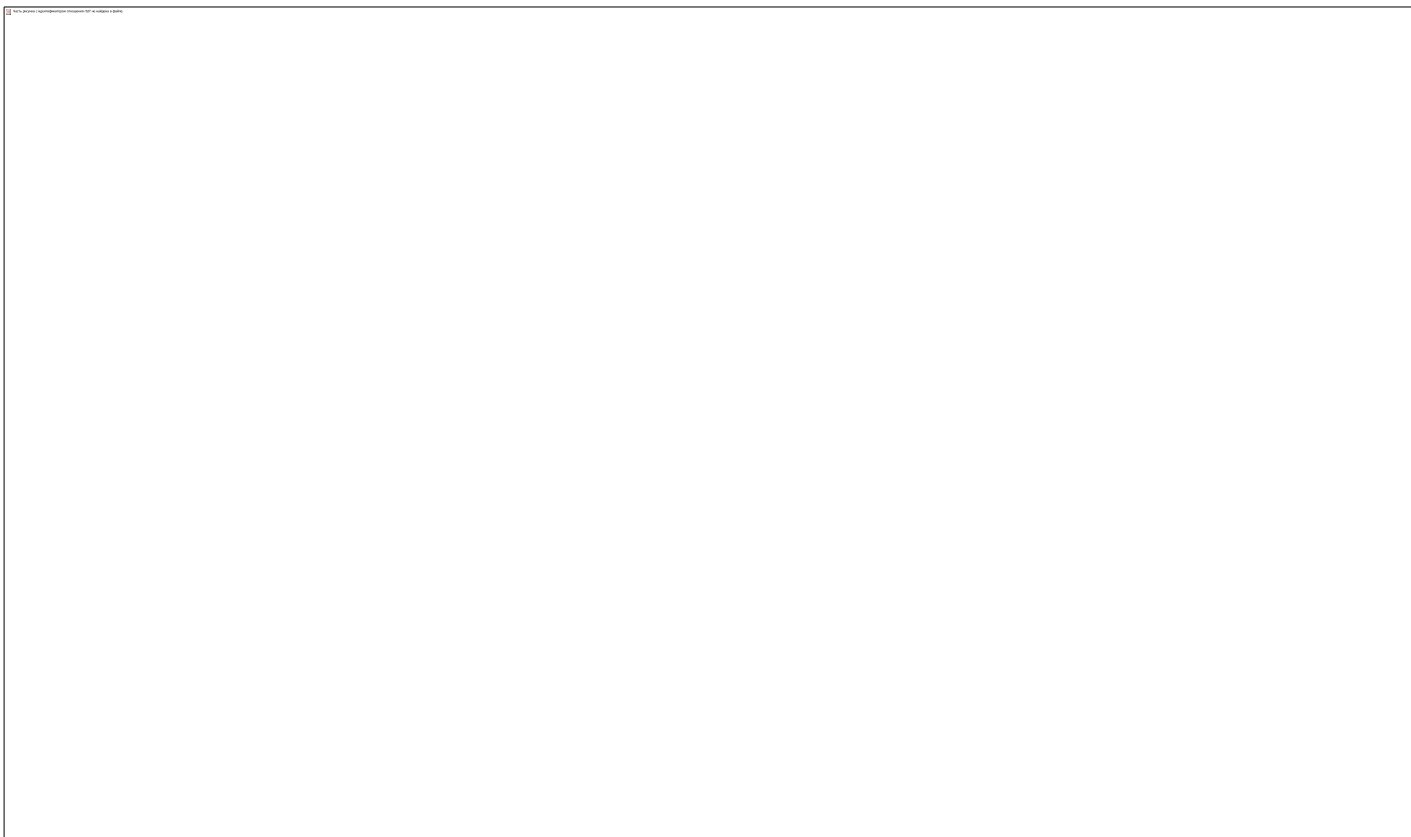
Изучая данную тему по диаграмме железо- цементит вычертите полностью диаграмму и укажите структуры во всех её областях. Проведите вертикаль, отвечающую заданному сплаву, рядом с диаграммой вычертите кривую данного сплава, укажите на ней температуры, соответствующие каждой критической точке, и опишите структурные превращения в каждой критической точке.

Описывать нужно только те превращения, которые происходят в заданном сплаве.

Задание: начертите диаграмму железо-цементит, укажите структуры во всех областях и опишите превращения для сплавов с содержанием углерода: 3%, 0,4%, 2,7% с применением правила ФАЗ.

Пример: вычертите диаграмму железо- цементит и укажите превращения в стали, содержащей 1% углерода, при медленном охлаждении от 1600 до 20°C.

Ответ: при охлаждении сплава до температуры $t_1=1450^\circ\text{C}$ идёт охлаждение жидкого раствора. Начиная с точки t_1 , из жидкого раствора начинает выделяться кристаллы аустенита. Аустенит- это твёрдый раствор углерода в гамма- железе. В интервале температур между точками t_1 и $t_2=1340^\circ\text{C}$ количество аустенита увеличивается, а количество жидкой фазы уменьшается. В точке t_2 происходит окончательное затвердевание аустенита. В интервале температур между точками t_2 и t_3 никаких превращений не происходит, идёт охлаждение аустенита. В точке $t_3=800^\circ\text{C}$ начинается вторичная кристаллизация: из аустенита начинает выделяться вторичный цементит, т.к. растворимость углерода в железе с понижением температуры уменьшается. Цементит- это химическое соединение железа с углеродом- карбид железа (Fe_3C). В интервале температур между точками t_3 и t_4 количество цементита увеличивается. Поскольку цементит содержит 6,67% C, в остающемся аустените содержание углерода уменьшается в соответствии с точками линии ES. В точке $t_4=727^\circ\text{C}$ оставшийся аустенит, содержащий 0,8% углерода (точка S), окончательно распадается на перлит. Перлит- это эвтектоид, мелкая механическая, смесь феррита и цементита вторичного. Окончательная структура сплава - перлит и цементит вторичный.



Критерии оценки:

- правильно построены кривые охлаждения, описаны превращения при всех температурах, выполнен расчет (отлично);
- правильно построены кривые охлаждения, описаны превращения при всех температурах, выполнен расчет, но есть ошибка при расчете числа степеней свободы (хорошо);
- правильно построены кривые охлаждения, описаны превращения при всех температурах, но не выполнен расчет (удовлетворительно);

Самостоятельная работа №3

Название работы: Подготовить сообщение «Изменение свойств сплава после химико-термической обработки».

Цель: Изучение теории химико-термической обработки и её влияния на свойства сплавов.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: доклад.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Физические основы химико-термической обработки. Цементация. Азотирование. Цианирование. Диффузионная металлизация. Дробеструйный наклеп.

При изучении основ химико-термической обработки следует исходить из того, что принципы химико-термической обработки едины. Процесс химико-термической обработки состоит из выделения атомов насыщающего вещества внешней средой, захвата (сорбции) этих атомов поверхностью металла и диффузии их внутрь металла. Поэтому рассмотрите реакции в газовой среде при цементации или азотировании и усвойте современные представления о процессе диффузии в металлах. В большинстве случаев насыщение может происходить из твердой, жидкой и газовой сред, а поэтому нужно знать наиболее удачные варианты насыщения для каждого метода химико-термической обработки и конечные результаты (поверхностное упрочнение и изменение физико-химических свойств).

Разберитесь в технологии проведения отдельных видов химико-термической обработки. Уясните преимущества и области использования цементации, азотирования, цианирования и различных видов диффузионной металлизации. Объясните влияние легирования на механизм формирования структуры поверхностного слоя. Рассмотрите сущность и назначение дробеструйного поверхностного наклепа и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

Многие ответственные детали машин (зубчатые колёса, валы, пальцы и т.д.) работают на трение и одновременно подвергаются действию ударных нагрузок.

Такие детали должны иметь твердый поверхностный слой и вязкую сердцевину, чтобы противостоять разрушению от ударов.

Коленчатый вал должен иметь твёрдые шейки, которые испытывают трение в подшипниках.

Твёрдыми и вязкими должны быть поршневые пальцы, шестерни, зубчатые колёса. Эти требования могут быть удовлетворены применением мягкой и вязкой стали, поверхность которой должна быть упрочнена химико-термической обработкой.

Критерии оценки:

- выполнен доклад с полным раскрытием темы в виде презентации (отлично);
- выполнен доклад на бумажном носителе (хорошо);
- выполнен в краткой форме на бумажном носителе (удовлетворительно);

Самостоятельная работа №4

Название работы: Выбрать и обосновать сплавы для заданных деталей (указать химический состав, свойства).

Цель: Приобрести навыки в подборе сплавов для деталей, работающих в определенных условиях.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: письменный отчет в рабочей тетради.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Для освоения этой темы необходимо изучить углеродистые стали, их классификацию, маркировку. Нужно знать влияние углерода и основных примесей на свойства углеродистой стали.

Основное внимание обратите на требования, которые предъявляются к конструкционным и инструментальным сталям. Запомните, что в конструкционных сталях содержание углерода не превышает 0,65%, т.к. при большем содержании углерода детали становятся хрупкими. В инструментальных сталях, наоборот, содержание углерода должно превышать 0,7%, т.к. инструмент в первую очередь должен быть твёрдым (кроме штампов).

Обязательно нужно знать маркировку чугунов по ГОСТу. Запомните, что в отличие от стали, чугуны маркируются не по содержанию углерода, а по механическим свойствам.

Разберите классификацию легированных сталей по различным признакам и их маркировку. Нужно уметь правильно определить по марке стали её химический состав и примерные назначения. Изучая конструкционные и инструментальные стали, нужно отчётливо себе представлять цель легирования, преимущества легированных сталей перед углеродистыми.

При изучении быстрорежущей стали нужно знать, что быстрорежущие стали маркируются по основному легирующему элементу, например Р18-цифра 18 показывает процентное содержание в стали вольфрама- 18%.

Разберите магнитные стали и сплавы, сплавы с определённым коэффициентом линейного расширения и стали с особыми физическими свойствами.

Изучите сплавы на основе меди и алюминиевые сплавы.

Выбор марки сплава для различных деталей тесно связан со свойствами материалов и с условиями работы деталей. Исходя из этого, нужно отвечать на вопросы контрольной работы, связанные с выбором марки сплавов для различных деталей.

Задание: выбрать и обосновать марки сплавов для:

- центра задней бабки токарного станка;
- шестерни коробки передач автомобиля;
- отливки из алюминиевого сплава;
- сварных деталей из алюминиевого сплава;
- коленчатого вала легкового автомобиля.

Критерии оценки:

- выбраны и обоснованы пять марок (отлично);
- выбраны пять марок, но не все обоснованы (хорошо);
- выбраны пять марок, но не обоснованы (удовлетворительно).

Самостоятельная работа №5

Название работы: Выбрать и обосновать сплавы для заданных инструментов (указать химический состав и свойства).

Цель: Приобрести навыки в подборе сплавов для заданных инструментов.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: письменный отчет в рабочей тетради.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Стали, не обладающие и обладающие теплостойкостью. Стали для режущего, измерительного и штампового инструмента. Твердые сплавы.

Изучите классификацию инструментальных сталей в зависимости от назначения инструмента и в связи с этим рассмотрите основные эксплуатационные свойства инструмента каждой группы. Особое внимание уделите быстрорежущим сталям. Уясните причины их высокой красностойкости и особенности термической обработки.

При изучении штамповых сталей необходимо различать условия работы штампов для деформирования в холодном состоянии и штампов для деформирования в горячем состоянии.

Студент обязан уметь выбрать марку стали для инструмента различного назначения, расшифровать ее состав, назначить режим термической обработки, объяснить сущность происходящих при термической обработке превращений и указать получаемые структуру и свойства.

Пример: калибр непосредственно соприкасается с поверхностью детали, поэтому он должен быть твёрдым и устойчивым. Инструмент должен сохранять точный профиль и размеры после термической обработки, поэтому сталь должна мало деформироваться при закалке. Кроме того, измерительный инструмент должен длительное время сохранять свои размеры, значит, в стали с течением времени не должно происходить естественное старение. Этим требованиям удовлетворяет сталь ХГ, содержащая примерно по 1% углерода, хрома и марганца. Она мало деформируется при закалке и длительное время сохраняет

свои размеры. После закалки и низкого отпуска твёрдость получается HRC 60- 62.

Задание: выбрать и обосновать сплавы для инструментов:

- сверла работающего на больших скоростях;
- протяжки;
- хирургического скальпеля.
- резца, работающего на больших скоростях;
- фрезы.

Критерии оценки:

- выбраны и обоснованы пять марок (отлично);
- выбраны пять марок, но не все обоснованы (хорошо);
- выбраны пять марок, но не обоснованы (удовлетворительно).

Самостоятельная работа №6

Название работы: Подготовить сообщение «Новые материалы для режущих инструментов».

Цель: Приобрести навыки работы с литературой по заданной теме.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: доклад.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

В этом разделе изучают стали и сплавы, обладающие особыми физическими свойствами: магнитные, с заданным коэффициентом теплового расширения и электрическим сопротивлением, а также новые сплавы на основе титана, никеля, кобальта и тугоплавких металлов.

Необходимо знать требования, предъявляемые к каждой группе сплавов, и их назначение. В качестве примеров укажите две-три марки стали или сплава данной группы, расшифруйте их состав и укажите режим термической обработки с объяснением происходящих структурных превращений, охарактеризуйте получаемую структуру и свойства.

Обратите внимание на использование титановых сплавов как в качестве конструкционных, работающих при обычных температурах, так и в качестве жаропрочных. Уясните преимущества, предельные температуры и области использования сплавов на основе титана, никеля и кобальта.

Общая характеристика и перспективы использования сплавов на основе тугоплавких металлов (молибдена, вольфрама, хрома, тантала, ниобия, циркония).

Задание: подготовить материал в виде печатного текста или презентации.

Критерии оценки:

- выполнен доклад с полным раскрытием темы в виде презентации (отлично);
- выполнен доклад на бумажном носителе (хорошо);
- выполнен в краткой форме на бумажном носителе (удовлетворительно);

Самостоятельная работа №7

Название работы: Выбрать марки сплавов для конструкций в зависимости от условий эксплуатации.

Цель: Приобрести навыки подбора материалов для конструкций, учитывая условия работы.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: письменный отчет в рабочей тетради.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Для освоения этой темы необходимо изучить углеродистые стали, их классификацию, маркировку. Нужно знать влияние углерода и основных примесей на свойства углеродистой стали.

Основное внимание обратите на требования, которые предъявляются к конструкционным и инструментальным сталям. Запомните, что в конструкционных сталях содержание углерода не превышает 0,65%, т.к. при большем содержании углерода детали становятся хрупкими. В инструментальных сталях, наоборот, содержание углерода должно превышать 0,7%, т.к. инструмент в первую очередь должен быть твёрдым (кроме штампов).

Обязательно нужно знать маркировку чугунов по ГОСТу. Запомните, что в отличие от стали, чугуны маркируются не по содержанию углерода, а по механическим свойствам.

Разберите классификацию легированных сталей по различным признакам и их маркировку. Нужно уметь правильно определить по марке стали её химический состав и примерные назначения. Изучая конструкционные и инструментальные стали, нужно отчётливо себе представлять цель легирования, преимущества легированных сталей перед углеродистыми.

При изучении быстрорежущей стали нужно знать, что быстрорежущие стали маркируются по основному легирующему элементу, например Р18-цифра 18 показывает процентное содержание в стали вольфрама- 18%.

Разберите магнитные стали и сплавы, сплавы с определённым коэффициентом линейного расширения и стали с особыми физическими свойствами.

Изучите сплавы на основе меди и алюминиевые сплавы.

Выбор марки сплава для различных деталей тесно связан со свойствами материалов и с условиями работы деталей. Исходя из этого, нужно отвечать на вопросы контрольной работы, связанные с выбором марки сплавов для различных деталей.

Задание: выбрать и обосновать марки сплавы для конструкций в зависимости от условий эксплуатации:

- нагруженной детали из алюминиевого сплава;
- подшипника качения, работающего в условиях коррозии;
- изделия, подвергающегося действию кислот;
- тяжело нагруженного коленчатого вала;
- гребного винта морской моторной лодки.

Критерии оценки:

- выбраны и обоснованы пять марок (отлично);
- выбраны пять марок, но не все обоснованы (хорошо);
- выбраны пять марок, но не обоснованы (удовлетворительно).

Самостоятельная работа №8

Название работы: Выбрать режущий инструмент, назначить режим резания (с использованием таблиц нормативов), обработка – точение.

Цель: Ознакомление с методикой расчетов режимов резания.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: письменный отчет в рабочей тетради.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Для определения режимов резания нужно изучить следующий материал:

Основными параметрами, характеризующими процесс резания, являются: скорость резания, подача, глубина резания, толщина реза, ширина среза и площадь поперечного сечения среза. Перечисленные шесть основных параметров называются элементами режима резания. Первые три параметра являются главными. Они введены в карты технологического процесса и служат основой для настройки станка. Остальные три элемента режима резания используют в основном при изучении физической сущности процесса резания.

Скорость резания — относительное перемещение в направлении главного движения режущей кромки инструмента и обрабатываемой поверхности заготовки в единицу времени. Скорость резания определяют в метрах в минуту. Для главного вращательного движения скорость резания v определяют по формуле

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин.}$$

Где D - диаметр обрабатываемой заготовки, мм; n - частота вращения обрабатываемой заготовки, мин⁻¹.

Подача s — перемещение инструмента (или заготовки) за один оборот заготовки (или инструмента) или за один двойной ход. Для точения подача — это перемещение резца за один оборот заготовки (S мм/об). Кроме того, рассматривают минутную подачу S мин:

$$s_{\text{мин}} = s \cdot n \text{ мм/мин}$$

где n — частота вращения, мин⁻¹.

Глубина резания t — расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное перпендикулярно обработанной поверхности. При точении

$$t = \frac{D-d}{2};$$

где t — глубина резания, мм; D, d — диаметры соответственно обрабатываемой и обработанной поверхности заготовки, мм.

Толщина среза a — расстояние между двумя последовательными положениями поверхностей резания, измеренное в направлении, перпендикулярном проекции главной режущей кромки на основную плоскость:

$$a = s / \sin \psi \text{ мм.}$$

Ширина среза b — расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по поверхности резания:

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \text{ мм.}$$

Площадь поперечного сечения среза f равна произведению толщине среза на ширину среза:

$$f = a \cdot b \text{ мм}^2.$$

Основное (технологическое) время при работе на станке затрачивается на процесс снятия стружки. Оно может быть шинным и машинно-ручным. Машинное время — это время, в течение которого проходит снятие стружки без непосредственного участия рабочего, есть это время работы станка на механической подаче. В дальнейшем это время будем обозначать T_m . по формуле

$$T_m = Li / ns \text{ мин}$$

где L — расчетная длина пути резца в направлении подачи, мм; i — число проходов резца; n — частота вращения обрабатываемой заготовки, мин⁻¹; s — подача, мм/об,

Расчетную длину пути резца, в свою очередь, определяем как

$$L = l + y + e$$

где l — длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм; y — значение врезания резца в обрабатываемую поверхность, мм, причем $y = t \cdot \text{ctg} \alpha$; e — перебега резца, мм;

Мощность резания вычисляют по формуле

$$N_{\text{рез}} = P_z v / 60 \times 120 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка $N_{\text{э.р}}$

равна

Пример:

На токарно-винторезном станке 16К20 подрезается торец втулки диаметром $D = 120$ мм до диаметра $d = 80$ мм. Припуск: на обработку (на сторону) $h = 2$ мм. Параметр шероховатости обработанной поверхности $Rz = 20$ мкм. Материал заготовки — серый чугун СЧ 20 твердостью 210. Обрабатываемая поверхность без литейной корки. Система ставок - инструмент - заготовка жесткая. Эскиз обработки показан на рис.

Необходимо: выбрать режущий инструмент; назначить режим резания (допускаемую резцом скорость резания v и мощность $N_{\text{рез}}$,

затрачиваемую на резание, подсчитать по формулам); определить основное время.

Решение (по справочнику 1).

1. Выбираем резец и устанавливаем его геометрические параметры. Принимаем токарный проходной резец отогнутый правый. Материал пластины — твердый сплав ВК6 (табл. 6, с. 149); материал, державки — сталь 45; сечение державки 16 x 25 мм; длина резца 150 мм. Геометрические параметры резца: форма передней поверхности — плоская

с фаской типа 116 (табл. 29, с. 187); $\gamma = 12^\circ$; $\gamma, \phi = -3^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $X = 0$ (табл. 30, с. 188); $\angle \rho = 45^\circ$; ($\angle \rho_i = 45^\circ$ (табл. 31, с. 190); $r = 1$ мм (табл. 32, с. 190 и табл. 4, примечание 3, с. 420).

II. Назначаем режим резаний,

1. Устанавливаем глубину резания. При снятии припуска за один проход $t = h = 2$ мм.

2. Назначаем подачу (по табл. 4, с. 420).

Для параметра шероховатости поверхности $R_r = 20$ мкм (V_5) при обработке чугуна резцом с $r = 1$ мм $s = 0,26 - 0,40$ мм/об. Принимаем среднюю величину и, корректируя по паспорту станка, устанавливаем $s = 0,35$ мм/об.

3. Назначаем период стойкости резца. При одноинструментной обработке $T = 60$ мин (с. 415).

4. Определяем скорость резания (м/мин), допускаемую режущими свойствами резца (с. 415):

Из табл. 8 (с. 422) выписываем коэффициент и показатели степеней формулы: для наружного продольного точения серого чугуна с HB 190 при s до 0,4 мм/об резцом с пластиной из твердого сплава ВК6 (с последующим учетом поправочных коэффициентов) $C_v = 292$; $x_v = 0,15$; $y_v = 0,2$; $m = 0,2$

Учитываем поправочные коэффициенты на скорость резания:

для поперечного точения при табл. (17, с. 427).

Остальные поправочные коэффициенты не влияют на скорость резания при заданных условиях обработки.

С учетом найденных коэффициентов

5. Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания,

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения $n_d = 400$ об/мин.

6. Действительная скорость резания

Blank box for drawing or calculation.

Blank box for drawing or calculation.

Blank box for drawing or calculation.

Blank box for drawing or calculation.

7. Мощность, затрачиваемая на резание,

Учитываем поправочный коэффициент на силу резания:

Прочие поправочные коэффициенты на силу резания при заданных условиях обработки не влияют. В единицах СИ

Blank box for drawing or calculation.

8. Проверяем, достаточна ли мощность привода станка, У станка 16К20 $N_{mn} = 10,0 \cdot 0,75 = 7,5$ кВт; $N_{рез} < N_{mn}$ ($2,1 < 7,5$), т. е. обработка возможна.

III. Основное время

Blank box for drawing or calculation.

Длина прохода, резца

Blank box for drawing or calculation.

Величина врезания $y = t \operatorname{ctg} \phi = 2 \operatorname{ctg} 45^\circ = 2$ мм. Перебег принимаем равным $2 \text{ мм } i=L$;

Blank box for drawing or calculation.

Задание: на токарно-винторезном станке 16К20 производится черновое обтачивание на проход шейки вала $D=70$ мм, $d=60$ мм, длина обрабатываемой поверхности $l=280$ мм, длина вала $l_1=430$ мм. Заготовка-поковка из стали 40Х.

Выбрать режущий инструмент, назначить режим резания (с использованием таблиц нормативов), определить основное время.

Критерии оценки:

- выполнена схема обработки и расчет (отлично);
- выполнена схема обработки и расчет, но есть математические ошибки (хорошо);
- выполнена расчет, но нет схемы (удовлетворительно).

Самостоятельная работа №9

Название работы: Подготовить сообщение «Новые методы защиты металлов и сплавов от коррозии».

Цель: Изучение теории коррозии и методов защиты от коррозии.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: доклад.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Прежде всего разберите сущность процессов, протекающих при химической и электрохимической коррозии. Особое внимание уделите электрохимической коррозии, так как она наиболее широко распространена. Нужно понять, что для возникновения в металле электрохимической коррозии его не нужно помещать в электролит, так как в воздухе всегда имеются капельки влаги, а в самом металле между фазами возникает большое количество микрогальванических пар, поскольку разные фазы имеют разные электродные потенциалы. Поэтому коррозии значительно лучше сопротивляются чистые металлы и однофазные сплавы.

При изучении видов разрушения от коррозии обратите внимание на внутрикристаллитную коррозию как наиболее опасную. Она может распространяться глубоко внутрь металла, почти не вызывая внешних изменений детали. Деталь не выдерживает механические нагрузки, что может вызвать внезапное разрушение и явиться причиной серьезных аварий.

Изучая способы защиты от коррозии, нужно отчетливо представлять, какое огромное народнохозяйственное значение имеет предохранение металлов от коррозии.

Разбирая отдельные способы защиты, обязательно нужно обращать внимание на то, какой способ защиты при каких условиях работы деталей наиболее целесообразно применять, потому что один и тот же способ, надежно предохраняющий деталь от коррозии при одних условиях работы, при других условиях не только не предохраняет от коррозии, но способствует ускоренному разрушению детали.

Металлические покрытия следует рассматривать с электрохимической точки зрения, т. е. в каких случаях основной металл является анодом, а покрытие — катодом и наоборот. Нужно знать, что если деталь во время работы может подвергаться механическим воздействиям и на покрытия могут возникать повреждения, то лучше применять анодные покрытия. Перед нанесением металлического покрытия основной металл должен быть хорошо очищен и обезжирен механическим и химическим путем.

Нужно знать способы химической защиты, технологию образования окисных пленок, способы механической защиты, покрытие металлов лаками и красками. Нужно знать разницу между электрохимической, химической и механической защитой от коррозии.

Задание: подготовить материал в виде печатного текста или презентации.

Критерии оценки:

- выполнен доклад с полным раскрытием темы в виде презентации (отлично);
- выполнен доклад на бумажном носителе (хорошо);
- выполнен в краткой форме на бумажном носителе (удовлетворительно);

Самостоятельная работа №10

Название работы: Подготовить сообщение «В чём отличие обычной закалки от ступенчатой и изотермической. Преимущества и недостатки».

Цель: Изучение теории закалки и приобретение навыков для назначения определенного вида закалки.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: доклад.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Закалка — один из наиболее важных видов термической обработки. При изучении закалки прежде всего отметьте, как выбираете вы температура нагрева в зависимости от содержания углерода в стали. Нужно знать, что для доэвтектоидной стали всегда дают полную закалку, так как при неполной закалке остается феррит, который образует мягкие участки, а для заэвтектоидной стали можно давать неполную закалку, так как остающийся цементит твердость не снижает. Нужно знать охлаждающие среды и требования к ним. Следует иметь в виду, что при чрезмерном увеличении скорости охлаждения получают большие внутренние напряжения, коробления и могут быть трещины. Поэтому, если мартенсит можно получить при охлаждении в масле, не нужно деталь охлаждать в воде. Запишите, что называется прокаливаемостью стали и как на нее влияет критическая скорость закалки. Разберите основные методы закалки, применяемые на практике, и в каких случаях какой метод целесообразно применять. Желательно кривые охлаждения при различных методах закалки нанести на диаграмму изотермического распада аустенита, тогда наглядно видна разница между ними. Изучая ступенчатую и изотермическую закалку, обратите внимание на то, что температура горячей среды, в которой происходит выдержка, может быть одинаковой (вблизи мартенситной точки), но при ступенчатой закалке время выдержки должно быть меньше времени устойчивости аустенита при данной температуре, поэтому окончательная структура — мартенсит, а при изотермической закалке время выдержки должно обеспечить полный распад аустенита на игольчатый троостит. Игольчатый троостит обладает значительно меньшей твердостью, чем мартенсит, поэтому изотермическую закалку нельзя применять для режущего инструмента, но она обеспечивает большую прочность при минимальных внутренних напряжениях, так как отсутствует мартенситное превращение. Ее наиболее целесообразно применять для тех деталей, которые работают с временными мгновенными перегрузками и во время работы у которых отсутствует пластическая деформация, например для пружин.

В сталях, у которых мартенситная точка лежит ниже 0°C , после закалки может остаться большое количество остаточного аустенита. Для таких сталей, например легированных инструментальных или для постоянных магнитов, для уменьшения количества остаточного аустенита после закалки производят обработку холодом, т. е. охлаждение ниже 0°C , разработанную Л. П. Гуляевым.

В результате закалки в деталях всегда возникают внутренние напряжения в связи с резким охлаждением и фазовыми превращениями. Для уменьшения напряжений, повышения вязкости, иногда для снижения твердости после закалки всегда следует отпуск. Большей частью отпуск является окончательной термической обработкой, которая определяет конечную структуру, а значит, и свойства деталей. Сделайте график зависимости механических свойств стали в зависимости от температуры отпуска. Нужно хорошо знать температуры при различных видах отпуска, какая получается структура после каждого вида отпуска и для каких деталей обычно применяется низкий, средний и высокий отпуск. Наилучшим сочетанием между прочностью и вязкостью обладает сорбит

отпуска, поэтому термическая обработка, состоящая из закалки и высокого отпуска, называется улучшением стали.

Детали, которые должны иметь твердость только на поверхности, подвергаются поверхностной закалке. В результате поверхностной закалки увеличивается также общая прочность деталей, так как увеличивается предел усталости. Разберите основные методы поверхностной закалки. Основное внимание уделите закалке токами высокой частоты, так как она наиболее легко автоматизируется и дает наилучшие результаты. При изучении поверхностной закалки газовым пламенем нужно иметь в виду, что для крупных деталей это в ряде случаев единственный метод поверхностного упрочнения.

Нужно знать новые прогрессивные методы упрочнения деталей: термомеханическую, ультразвуковую, термомагнитную обработки. Запишите, что высокотемпературной термомеханической обработке (ВТМО) можно подвергать любые стали, а низкотемпературной (НТМО)-только те, у которых переохлажденный аустенит обладает повышенной устойчивостью, т. е. легированные. Повышение механических свойств в результате ТМО объясняется тем, что при пластической деформации аустенита создается мелкоблочное строение. При закалке измельченный при наклепе аустенит превращается в мартенсит тонкого строения.

Задание: подготовить материал в виде печатного текста или презентации.

Критерии оценки:

- выполнен доклад с полным раскрытием темы в виде презентации (отлично);
- выполнен доклад на бумажном носителе (хорошо);
- выполнен в краткой форме на бумажном носителе (удовлетворительно);

Самостоятельная работа №11

Название работы: Подготовить сообщение «Модификация. Пример использования модификации для повышения свойств литейных алюминиевых сплавов.

Цель: Изучение материалов с малой плотностью и приобретение навыков изменения определенных свойств сплавов.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: доклад.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

При ответе на третий вопрос нужно изучить литейное производство.

Нужно знать требования, которые предъявляются к литейным материалам.

Главное внимание уделите чугунам, т.к. это основной литейный материал. Нужно знать особенности получения отливок из стали и цветных металлов.

Разберите, как производится заливка форм жидким металлом (литниковую систему), выбивка стержней, удаление литников, выпоров и прибылей, а также способы очистки отливок от земли.

Тщательно усвойте все способы специального литья, которые позволяют улучшать качество отливок, увеличивать их точность. При изучении каждого способа нужно усвоить его сущность, для каких сплавов и отливок данный способ наиболее целесообразно применять и его преимущества.

Запомните: литьё в кокиль применяют для изготовления отливок из различных сплавов (чугуна, стали, бронз, силуминов), наибольший эффект кокильное литьё даёт для мелких отливок из лёгких сплавов, т.к. нет питателей, литников и выпоров, увеличивается выход годного литья и повышается его качество.

Литьё под давлением является высокопроизводительным способом получения отливок из цветных металлов. Нужно знать для каких сплавов применяются разные машины. Этим способом можно получать наружную и внутреннюю резьбу. Отливки, полученные литьём под давлением могут подвергаться дальнейшей механической обработке.

Литьё по выплавляемым моделям применяется широко. Этим способом можно получить отливки из любого сплава. Наиболее целесообразно его применять для изготовления деталей сложной конфигурации, для изготовления которых требуется значительное количество приспособлений и специальный режущий инструмент, для изготовления деталей из сплавов, которые трудно обрабатывать на металлорежущих станках. Точность получаемых отливок высокая.

Разберите технологию получения отливок в оболочковые формы. Большое достоинство этого способа в том, что можно автоматизировать и механизировать все производственные процессы. После изучения темы нужно уметь: - выбрать способ специального литья в зависимости от материала, размера и формы отливки; - объяснить достоинства этого вида литья.

Задание: подготовить материал в виде печатного текста или презентации.

Критерии оценки:

- выполнен доклад с полным раскрытием темы в виде презентации (отлично);
- выполнен доклад на бумажном носителе (хорошо);
- выполнен в краткой форме на бумажном носителе (удовлетворительно);

Самостоятельная работа №12

Название работы: Подготовить сообщение «Явление полиморфизма в приложении к железу. Какое практическое значение оно имеет».

Цель: Изучение теории полиморфизма железа.

Уровень СРС: воспроизводящая (репродуктивная), реконструктивная, эвристическая (частично-поисковая), творческая

Форма контроля: доклад.

Количество часов на выполнение (сроки выполнения): 2.

Рекомендации (ход выполнения работы):

Все свойства материалов зависят от его внутреннего строения. Выбор материала для деталей машин, приборов, аппаратов зависит от его свойств и условий работы детали. Правильно выбранные материалы для деталей и способы их обработки обеспечивают надежность и долговечность работы машин и приборов и уменьшение их себестоимости. В настоящее время большинство деталей машин, приборов и аппаратов изготавливают из металлов, поэтому изучение этого раздела нужно начать с изучения атомнокристаллического строения металлы. Разберите, какие кристаллические решетки наиболее часто встречаются среди металлов и сущность аллотропических превращении в металлах. Затем разберите дефекты кристаллического строения и процесс кристаллизации. Внешне металл никогда не имеет правильного кристаллического строения, так как процесс кристаллизации протекает путем зарождения центров кристаллизации и последующего их роста. Поэтому реальные металлы являются квазинотропными веществами.

Выпишите в конспект и запомните, что свойства реальных металлов отличаются от идеальных, так как реальные металлы являются поликристаллами; в кристаллическом строении имеется ряд дефектов (несовершенств). Разберите, какие виды несовершенств бывают в кристаллическом строении, а также на каких свойствах и как это отражается. Разберите сущность термического анализа, который используется при построении диаграмм состояния при изучении сплавов. Выпишите в конспект, что называется критической точкой. Вычертите в конспекте кривую охлаждения какого-либо сплава. Затем переходите к изучению способов определения свойств металлов, определения дефектов в металлах.

При изучении каждого метода в конспект нужно выписывать его достоинства, недостатки и область применения.

Нужно совершенно точно знать обозначения и единицы измерений различных свойств материалов, установленные ГОСТом.

При изучении испытания на растяжение вычертите в конспекте диаграммы растяжения для пластичных и хрупких материалов и укажите характерные точки на них. Нужно знать, какие характеристики прочности и пластичности определяются при испытании на растяжение. Выпишите в конспект все формулировки (пределов упругости, пропорциональности, физического и условного предела текучести, предела прочности).

Не путайте площадку текучести и предел текучести. Предел текучести — характеристика прочности материала, а площадка текучести — характеристика пластичности.

Способы определения твердости находят очень широкое применение, так как не требуют изготовления специальных образцов, просты в выполнении и производительны.

Выпишите в конспект область применения каждого способа, его достоинства и недостатки. Зная числа твердости по Бринеллю, можно приблизительно определить и прочность материала, так как их единицы одинаковые, а у мягких материалов чем больше твердость, тем больше и прочность. Однако обязательно нужно иметь в виду, что прочность и твердость — это не одно и то же.

При поточном массовом или крупносерийном производстве для контроля твердости применяют методы, основанные на физических свойствах. Так как все свойства материалов зависят от его внутреннего строения, то при изменении механических

(например, твердости) изменяются и физические свойства. Заранее установив зависимость между нужным числом твердости и определенным физическим свойством (например, электросопротивлением), на пути движения деталей на конвейере устанавливается прибор, который автоматически по разным направлениям отправляет детали с заданным числом твердости и с числом твердости больше или меньше заданного. Этими методами нельзя определить число твердости, определяется только соответствие заданному числу твердости. Эти методы применяются только при массовом производстве, когда обрабатываются одинаковые по форме и размерам детали, так как физические свойства детали (электросопротивление) зависят не только от внутреннего строения, но и от размера и формы детали.

Определение ударной вязкости особенно важно для материалов, которые идут на изготовление деталей, работающих с ударными нагрузками, потому что металлы с одинаковой пластичностью могут иметь разную вязкость. Выпишите в конспект факторы, которые влияют на ударную вязкость, практически не влияя на другие свойства (величина зерна, количество фосфора в стали и др.).

Изучая испытание на усталость (выносливость), вычертите кривую усталости и запишите, что называется пределом усталости. Нужно знать, что разрушение при переменных напряжениях может произойти при напряжении, меньшем не только предела прочности, но и предела текучести. Выпишите факторы, влияющие на предел усталости, так как, зная эти факторы, можно повысить предел усталости, а значит, увеличить срок службы деталей.

Технологические испытания металлов имеют очень большое практическое значение, так как правильно выбрать метод получения и обработки детали можно только в том случае, если знаешь его технологические свойства. Неправильно выбранный способ получения и обработки деталей значительно их удорожает. Кроме этого, материалы с плохими технологическими свойствами находят в промышленности ограниченное применение.

Задание: подготовить материал в виде печатного текста или презентации.

Критерии оценки:

- выполнен доклад с полным раскрытием темы в виде презентации (отлично);
- выполнен доклад на бумажном носителе (хорошо);
- выполнен в краткой форме на бумажном носителе (удовлетворительно);

ЛИТЕРАТУРА

<p>Электронные издания основной литературы, имеющиеся в электронном каталоге электронной библиотечной системы</p>	<p>1) Г.Г. Бондаренко, Материаловедение: учебник для СПО.- Москва: Юрайт, 2018. https://biblio-online.ru/viewer/F5229B5F-A833-410C-B3ED-CE8BF0FDC40B#page/1</p>
	<p>2) А.М. Адаскин, Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: учебник / А.М. Адаскин, А.Н. Красновский. – Москва: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2016. http://znanium.com/bookread2.php?book=544502</p>
	<p>3) О.С.Моряков, Материаловедение: учебник.- Москва: Академия, 2014. http://www.academia-moscow.ru/reader/?id=128149&demo=Y</p>
<p>Печатные издания дополнительной литературы</p>	<p>1) В.В. Плошкин, Материаловедение: учебник для СПО. - Москва: Юрайт, 2017.</p>
	<p>2) Ю.Т. Чумаченко, Материаловедение и слесарное дело: учебное пособие.- Ростов-на-Дону: Феникс, 2014.</p>
<p>Электронные издания дополнительной литературы, имеющиеся в электронном каталоге электронной библиотечной системы</p>	<p>1) В.В. Плошкин, Материаловедение: учебник для СПО.- Москва: Юрайт, 2018. https://biblio-online.ru/viewer/30B3360C-A9AF-47C1-ADA4-66F26E3C0BA4#page/1</p>
	<p>2) Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков. - Москва: ИНФРА-М, 2014. http://znanium.com/bookread2.php?book=417979</p>