

Елецкий техникум железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Базовая подготовка
среднего профессионального образования

Автор:
Голикова М.А.,
преподаватель ЕТЖТ – филиала РГУПС

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Примерный тематический план учебной дисциплины	6
<i>ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</i>	7
<i>Раздел 1 Технология металлов</i>	7
<i>Тема 1.1 Основы металловедения</i>	7
<i>Тема 1.2 Железоуглеродистые и легированные сплавы</i>	9
<i>Тема 1.3 Сплавы цветных металлов</i>	17
<i>Тема 1.4 Способы обработки металлов</i>	23
<i>Тема 1.5 Допуски и посадки</i>	30
<i>Раздел 2 Материалы, применяемые для ремонта и обслуживания подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин</i>	31
<i>Тема 2.1 Электротехнические материалы</i>	31
<i>Тема 2.2 Неметаллические конструкционные и строительные материалы. Полимеры</i>	36
<i>Тема 2.3 Экипировочные и защитные материалы</i>	38
Перечень лабораторных работ и практических занятий.....	41
Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации по	41
Перечень рекомендуемых источников.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	46

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания и контрольные задания разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.01.2024 N 55, и в соответствии с примерной программой (ПООП) учебной дисциплины Материаловедение по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог.

Методические указания предназначены обучающимся очной формы обучения специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог при самостоятельном освоении тем учебной дисциплины Материаловедение, а также преподавателям при организации учебного процесса по междисциплинарному курсу.

Цель методических указаний - оказание помощи обучающимся в организации их самостоятельной работы над изучением учебного материала.

Программа учебной дисциплины Материаловедение является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог, предусмотрено изучение строения, состава и свойств материалов, используемых при строительстве, эксплуатации и ремонте элементов конструкций, узлов и агрегатов железнодорожного транспорта.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен *уметь*:

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для применения в производственной деятельности.

знать:

- свойства металлов, сплавов, способы их обработки;
- свойства и область применения электротехнических, неметаллических и композиционных материалов;
- виды и свойства топлива, смазочных и защитных материалов.

Содержание учебной дисциплины Материаловедение ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей по специальности и овладению профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями, соответствующими основным видам профессиональной деятельности:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ПК 1.2. Проводить техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава в соответствии с требованиями технологических процессов.

ПК 3.2. Разрабатывать технологические процессы на ремонт отдельных деталей и узлов железнодорожного подвижного состава в соответствии с нормативной документацией.

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине Материаловедение проводится в форме экзамена. Для подготовки к экзамену обучающимся рекомендуется ответить на вопросы для самоконтроля, приведённые в настоящих методических указаниях.

Таблица 1

Примерный тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Количество аудиторных часов при очной форме обучения	
	всего	в том числе лабораторных занятий
Раздел 1 Технология металлов	34	12
Тема 1.1 Основы металловедения	6	2
Тема 1.2 Железоуглеродистые и легированные сплавы	12	6
Тема 1.3 Сплавы цветных металлов	6	2
Тема 1.4 Способы обработки металлов	6	2
Тема 1.5 Допуски и посадки	4	
Раздел 2 Материалы, применяемые для ремонта и обслуживания подвижного состава железных дорог	14	
Тема 2.1 Электротехнические материалы	4	
Тема 2.2 Неметаллические конструкционные и строительные материалы. Полимеры.	6	
Тема 2.3 Экипировочные и защитные материалы	4	
ВСЕГО	48	12

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1 Технология металлов

Тема 1.1 Основы металловедения

Содержание учебного материала

Свойства металлов. Физические, химические, механические и технологические свойства металлов. Методы измерения параметров и определение свойств металлов. Основные типы кристаллических решеток.

Методические указания

Материаловедение – наука, в которой изучаются закономерности, определяющие строение и свойства материалов в зависимости от их состава и условий обработки, изучает материалы, технологии их получения, анализирует свойства и эксплуатационные характеристики.

Основная задача материаловедения - установить зависимость между составом, строением и свойствами, изучить термическую, химико-термическую обработку и другие способы упрочнения, сформировать знания о свойствах основных разновидностей материалов. Материаловедение — это междисциплинарная область, включающая изучение различных типов материалов и применение знаний об этих материалах в различных областях науки и техники. Она сочетает в себе элементы прикладной физики и химии, а также химической, механической, гражданской и электротехнической инженерии.

Металл (в переводе с латыни означает шахта) составляет определенную категорию элементов, обладающих свойствами металлов в отличие от группы неметаллов. Около 80% процентов существующих элементов являются металлами. Алюминий является самым распространенным в земной коре. Характерной чертой является наличие особого блеска, который позволяет отличить металл от каменной породы.

Необходимо обратить внимание на физические, химические, механические и технологические свойства металлов. Основные характеристики металлов:

- металлический блеск (характерный признак не только металлов: его имеют и неметаллы азот и углерод в виде графита);

- хорошая электропроводность всех металлов. Все металлические тела кристаллические. Их атомы в кристаллах имеют определенное, закономерное расположение в пространстве. Атомы состоят из положительно заряженных ионов и отрицательно заряженных электронов. Электроны у металлов слабо связаны с ядром и могут легко переходить от одного иона к другому. Этим объясняется высокая электро- и теплопроводность металлов.

- возможность легкой механической обработки (см.: пластичность; однако некоторые металлы, например, германий и висмут, не пластичны);

- высокая плотность (обычно металлы тяжелее неметаллов);

- высокая температура плавления (исключения: ртуть, галлий и щелочные металлы);

- большая теплопроводность.

В реакциях металлы чаще всего являются восстановителями. Для правильного выбора марок металлов и сплавов необходимо знать их основные технологические и эксплуатационные свойства, которые обусловлены структурой материалов. Свободная энергия металла минимальна при упорядоченном расположении ионов и электронов, поэтому металлы являются кристаллическими телами.

Следует изучить основные типы кристаллических решеток, а также дефекты строения реальных кристаллов и влияние этих дефектов на свойства металлов.

Воображаемые линии, проведенные через центры атомов (положительно заряженных ионов), образуют так называемую кристаллографическую плоскость. Многократное повторение кристаллографических плоскостей, расположенных параллельно, образует пространственную кристаллическую решетку. Атомы в узлах кристаллической решетки колеблются с определенными амплитудой и частотой и находятся под действием сил взаимного притяжения и отталкивания. Стремление атомов металлов занять места, наиболее близкие друг к другу, приводит к образованию трех типов кристаллических решеток:

1. Кубическая объемно-центрированная (ОЦК),
2. Кубическая гранецентрированная (ГЦК),
3. Гексагональная плотноупакованная (ГПУ).

Необходимо обратить особое внимание на такие понятия как фаза, компонент, система. Равновесие компонентов в различных фазах сплава достигается при минимальной свободной энергии системы. Свободная энергия смеси твердых кристаллов меньше суммы свободных энергий компонентов, поэтому устойчивыми являются сплавы, а не чистые компоненты.

В результате фазовых превращений формируется структура сплава, под которой понимают и фазовое и зеренное строение. Поэтому необходимо разобраться в различии понятий структуры металлов и кристаллографических форм кристалла.

Все свойства металлов делятся на четыре группы: физические, химические, технологические, механические.

1. К физическим свойствам относятся цвет, плотность, температура плавления, тип кристаллической решетки, полиморфизм (аллотропия), электро-, теплопроводность, магнетизм. Полиморфизм – свойство металла переходить из одного кристаллического состояния в другое под влиянием температуры. Этим свойством обладают железо, олово, титан и др.

2. К химическим свойствам металлов относятся: Окисляемость – (способность металла вступать в реакцию с кислородом под воздействием окислителей). Коррозионная стойкость – (способность металла сопротивляться коррозии). Растворимость

При химических явлениях происходит превращение металлов в другие вещества с иными свойствами

3. К технологические свойства характеризуют обрабатываемость металла: свариваемость, ковкость, штампуемость, жидкотекучесть, усадка, обрабатываемость резанием и т. п.

4. Механические свойства в результате испытаний определяют следующие характеристики металлов: прочность, пластичность, твердость, упругость, жесткость.

Студенты должны хорошо уяснить понятие о металлах, их свойства, типы элементарных диаграмм состояния, кристаллических решёток. [1, с. 6-13].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите критические точки, фиксируемые при охлаждении (кристаллизации) чистых металлов и сплавов. Найдите их на кривой охлаждения и объясните их физический смысл.

2. Опишите процесс переохлаждение металлов и поясните, как протекает кристаллизация чистых металлов во времени.

3. Перечислите методы измерения твердости металлов.

4. Перечислите известные Вам типы кристаллических решеток.

5. Дайте определение первичной кристаллизации.

6. Перечислите физические свойства металлов.

7. Перечислите механические свойства металлов.

Тема 1.2 Железоуглеродистые и легированные сплавы

Содержание учебного материала

Аллотропические формы чистого железа, структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов.

Углеродистые стали и чугуны. Структура, свойство, влияние примесей, классификация, маркировка, область применения на железнодорожном транспорте.

Основы термической и химико-термической обработки железоуглеродистых сплавов. Виды термической обработки.

Легированные стали. Классификация, маркировка, легирующие элементы. Твердые сплавы.

Методические указания

При изучении раздела необходимо обратить внимание, что многие металлы в зависимости от температуры претерпевают структурные изменения кристаллической решетки. Железо, олово, титан и другие металлы обладают свойствами аллотропии, т.е. способностью одного и того же элемента при различной температуре иметь разную кристаллическую структуру.

Аллотропические превращения сопровождаются выделением или поглощением теплоты. Железоуглеродистые сплавы (стали и чугуны) являются основными металлическими материалами, используемыми в промышленности. Углерод оказывает решающее влияние на все свойства сплавов. Изучение раздела следует начать с рассмотрения аллотропических превращений железа, затем освоить и выучить диаграмму состояния Fe-C наизусть. Переходя к изучению других диаграмм, необходимо учесть, что линии, расположенные ниже линии солидуса, отражают превращения в твердом состоянии, т.е. указывают на протекание процессов вторичной кристаллизации (перекристаллизации). По диаграмме состояния Fe-C нужно уметь количественно определять изменения растворимости углерода в α и γ железе, а также знать поля существования и границы сосуществования отдельных фаз и фазовых смесей. По диаграмме состояния нужно научиться определять соотношения количеств отдельных фазовых и структурных составляющих, используя правило рычага. Применение этого правила позволяет не только уяснить структурные различия сплавов, но и оценивать их свойства.

Диаграммой состояния железоуглеродистых сплавов называется графическое изображение на плоскости или в пространстве, позволяющее характеризовать все сплавы определенной системы при любых температуре и концентрации (Приложение 2).

Диаграмма состояния строится в координатах «температура – концентрация». На вертикальных осях (ординатах) откладывают значения температуры. На левой – температуру плавления (кристаллизации) железа. На правой – температуру плавления (кристаллизации) цементита. На горизонтальной оси диаграммы откладывается процентное содержание компонентов: в начальной точке – 100 % железа и 0 % углерода, затем концентрация углерода увеличивается, а железа – уменьшается. Диаграмма заканчивается при содержании углерода 6,67 %, что соответствует химическому соединению цементиту, который выступает в роли второго компонента системы. Сплавы с большим содержанием углерода практического значения не имеют и поэтому не рассматриваются.

Затем с построенных кривых охлаждения сплавов их критические точки переносятся в координаты «температура – концентрация» и соединяются

линиями. Следовательно, линии диаграммы состояния сплавов любой системы – это совокупность критических точек этих сплавов. Только у диаграммы системы «железо – цементит» все точки и линии имеют единое в мире обозначение, а структурные составляющие сплавов – единые названия.

Железоуглеродистые сплавы.

Феррит– это структурная составляющая, фаза железоуглеродистых сплавов (чугун, сталь). При 911-769°C феррит парамагнитен; от 769°C до абсолютного нуля – ферромагнитен. Феррит - твёрдый раствор углерода (до 0,02%) и других элементов в α -железе.

Аустенит– это структурная составляющая, фаза железоуглеродистых сплавов; твёрдый раствор углерода (до 2%) и легирующих элементов в γ -железе. Цементит (карбид железа; Fe₃C метастабильная высокоуглеродистая фаза)

Цементит – химическое соединение железа с углеродом, карбид железа Fe₃C. Он обладает сложной кристаллической решеткой, содержит 6,67 % углерода. Для цементита характерна высокая твердость и очень низкая пластичность.

Перлит — одна из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов — сталей и чугунов: представляет собой эвтектоидную фазу.

Ледебурит представляет собой эвтектическую смесь аустенита и цементита, образующихся при температуре ниже 1145°C (для чистых сплавов Fe-C). Ниже 727°C аустенит превращается в феррито-цементитную смесь. Сплавы, содержащие от 2,06 до 6,67% углерода и имеющие в структуре ледебурит, являются белыми чугунами.

Графит– это минерал, наиболее устойчивая при стандартных условиях кристаллическая модификация углерода. Графит огнеупорен, обладает электропроводностью; твёрдость графита по минералогической шкале - 1; плотность графита 2230 кг/м³. Графит - стабильная высокоуглеродистая фаза.

Далее следует усвоить влияние углерода и постоянных примесей на прочность и пластические характеристики сталей и чугунов, а также принципы классификации углеродистых сталей и чугунов (по структуре, фазовому и химическому составам, назначению), обозначение их марок.

Углеродистой сталью называется инструментальная или конструкционная сталь, не содержащая легирующих добавок.

Углеродистые стали классифицируются:

- по диаграмме состояний – доэвтектоидные (0,02-0,8%), эвтектоидные(0,8%) и заэвтектоидные(0,8-2,14%);

- по структуре – феррит + перлит; перлит; перлит + цементит вторичный; свыше 727градусов - аустенит.

- по способу выплавки – выплавленные в конверторах (конверторные), мартеновских и электрических печах (мартеновские и электростали);

- по содержанию углерода – низкоуглеродистые (менее 0,3 %), среднеуглеродистые (0,3 – 0,7 %) и высокоуглеродистые (0,7 % до 2,14%);

- по степени раскисления и характеру затвердевания – спокойные (сп), полуспокойные (пс), кипящие (кп). Кипящие стали содержат минимальное количество кремния (не более 0,07 %), дешевы, хорошо поддаются холодной листовой штамповке, но по сравнению со спокойными имеют высокий порог хладноломкости, и их нельзя использовать для изготовления ответственных конструкций в условиях Сибири и Севера. Порог хладноломкости – отрицательная температура, при которой металл переходит в хрупкое состояние;

- по качеству – сталь обыкновенного качества, стали качественные и высококачественные стали. Под качеством стали понимается совокупность свойств, определяемых металлургическим процессом ее производства. Основными показателями для их разделения служат нормы содержания вредных примесей – серы и фосфора;

- по назначению – конструкционные и инструментальные. Конструкционные стали предназначены для изготовления металлоконструкций, деталей машин и должны обладать высокой конструктивной прочностью (определенным комплексом механических свойств), иметь хорошие технологические свойства. Обычно они содержат не более 0,6 – 0,7 % углерода и имеют ферритноперлитную структуру, т. е. являются сталями доэвтектоидными. Инструментальные стали, содержащие не менее 0,7 % углерода, должны обладать высокой твердостью, прочностью и износостойкостью, предназначены для изготовления инструментов. Это стали эвтектоидные и заэвтектоидные, их структура – перлит или перлит и цементит вторичный.

Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества содержат до 0,49 % углерода, наиболее дешевы, из них изготавливают сортовой прокат: балки, листы и поковки, работающие при относительно невысоких напряжениях. Стали разделяют на три группы: А, Б и В. Их маркируют сочетанием букв Ст и цифрой от 0 до 6, показывающей условный номер марки. После номера марки добавляют индексы: кп – кипящие, пс – полуспокойные, сп – спокойные.

Стали первой группы поставляются с гарантированными механическими свойствами и используются в основном без термической обработки, например Ст1кп, Ст2пс, Ст3сп.

Стали второй группы поставляются с гарантированным химическим составом и предназначаются для изделий, изготавливаемых с применением горячей обработки (ковки, сварки, термообработки). Впереди марки ставится буква Б, например, БСт2кп, БСт3сп, БСт4пс.

Стали третьей группы поставляются с гарантированным химическим составом и механическими свойствами, имеют главным образом специализированное назначение. Впереди марки ставится буква В, например, ВСтЗсп, ВСтЗпс, ВСт5сп.

Стали группы Б и В применяют в случаях, когда сталь надо подвергать горячей деформации, сварке или упрочнять термообработкой. Для определения режима обработки необходимо знать химический состав стали.

Углеродистые качественные конструкционные стали характеризуются более низким содержанием вредных примесей и неметаллических включений. Качественные стали находят многостороннее применение в машиностроении, приборостроении, так как в зависимости от содержания углерода и термической обработки они обладают широким комплексом механических и технологических свойств, и маркируются двухзначными цифрами 08, 10, 15, 20, ..., 70, обозначающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. Перед цифрами буквы Ст не ставятся, но можно писать слово «сталь» или «марка».

Спокойные стали маркируются без индекса, кипящие и полуспокойные – с индексами «кп» и «пс» соответственно. Кипящие и полуспокойные (низкоуглеродистые) стали выпускаются следующих марок: 08кп, 10кп, 20кп, 25кп, 08пс, 10пс, 15пс, 20пс, 25пс. В отличие от спокойных кипящие стали практически не содержат кремния (не более 0,07 %), а в полуспокойных его количество ограничено (0,17 %).

Стали, предназначенные для производства отливок, маркируются с добавлением буквы Л (литейные), например: 20Л, 25Л, 30Л. Углеродистые качественные стали могут быть с нормальным (0,25 – 0,7 %) и повышенным (1,0 – 1,2 %) содержанием марганца. Марганец увеличивает прокаливаемость стали, пределы прочности и текучести. У сталей с повышенным содержанием марганца в марке добавляется буква Г, например: 30Г, 40Г, 50Г.

Автоматные стали отличаются хорошей обрабатываемостью резанием благодаря повышенному содержанию серы и фосфора и предназначены для изготовления деталей массового производства на станках-автоматах из пруткового материала. Они маркируются буквой А (автоматная) и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента, например: А12, А20, А30Г. В последнее время как автоматные применяют углеродистые стали с добавлением свинца (0,15 – 0,30 %) и кальция, например АС20, АС25, АС30.

Углеродистые инструментальные стал поставляют потребителю после отжига на зернистый перлит с гарантией химического состава и твердости. Зернистый перлит, по сравнению с пластинчатым, улучшает обрабатываемость стали резанием, понижает твердость и прочность при значительном повышении

пластичности. К недостаткам углеродистых инструментальных сталей относятся склонность к перегреву, низкая прокаливаемость, отсутствие теплостойкости. Из них изготавливают деревообделочный, слесарный, кузнечный, гравировальный инструмент, пуансоны, матрицы и т. п.

Качественные и высококачественные инструментальные стали маркируются буквой У (углеродистые инструментальные) и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в десятых долях процента, например: У7, У8, У10, У12 – качественные и У7А, У8А, У10А, У12А – высококачественные. Буква А в конце марки указывает на то, что сталь высококачественная.

В углеродистой стали, кроме основных компонентов (железа и углерода) присутствует ряд примесей: марганец, кремний, сера, фосфор и др. Присутствие разных примесей объясняется соответствующими причинами:

- марганец и кремний в десятых долях процента переходят в сталь в процессе ее раскисления. Раскисление стали – это поэтапное снижение процента кислорода в сплаве. Процесс полностью исключает окисление в слитке. Раскислители (кремний, титан, алюминий) добавляют в расплав строго дозированно. Раскисление стали алюминием и другими веществами используется для получения чистой и качественной стали;

- сера и фосфор в сотых долях процента остаются в стали из-за трудности их полного удаления;

- хром и никель переходят в сталь из шихты, содержащей легированный металлический лом, и допускаются в количестве не более 0,3 % каждого.

Таким образом, сталь фактически является многокомпонентным сплавом. Допустимые количества примесей в сталях регламентируются соответствующими стандартами. Примеси оказывают влияние на механические и технологические свойства стали. Так, например, марганец и кремний являются полезными примесями, они раскисляют сталь, повышают твердость и прочность. Фосфор придает стали хладноломкость, т.е. хрупкость при нормальной и пониженных температурах. Сера влияет на горячеломкость (красноломкость) – хрупкость при температурах горячей обработки давлением. Таким образом, сера и фосфор являются вредными примесями. Поскольку в сталях допускаются небольшие количества примесей, то их влияние на свойства незначительно.

Основным элементом, определяющим механические и технологические свойства стали, является углерод.

Влияние углерода. Процентное содержание углерода определяет механические свойства стали. С увеличением содержания углерода в составе стали, твердость, прочность и упругость стали увеличиваются, но пластичность и сопротивление удару понижаются, а обрабатываемость и свариваемость ухудшается. Углерод в железоуглеродистом сплаве находится главным образом в

связанном состоянии в виде цементита. В свободном состоянии в виде графита он содержится в чугунах. С увеличением содержания углерода возрастает твердость, прочность и уменьшается пластичность.

Влияние азота, кислорода и водорода. Эти элементы присутствуют в сплавах или в составе хрупких неметаллических включений, например оксидов FeO, SiO₂, Al₂O₃, нитридов Fe₄N, или в свободном состоянии, при этом они располагаются в дефектных местах в виде молекулярного и атомарного газов. Неметаллические включения служат концентраторами напряжений и могут понизить механические свойства (прочность, пластичность).

Водород поглощается сталью в атомарном состоянии. При охлаждении сплава растворимость водорода уменьшается, и в молекулярной форме он накапливается в микропорах под высоким давлением. Таким образом, водород может стать причиной образования внутренних надрывов в металле (флокенов).

Чугун – важнейший машиностроительный материал для литейного производства. Он как конструкционный материал обеспечивает возможность получения заготовок сложной формы и их низкую стоимость. Из широкого ряда свойств этого материала нужно отметить сочетание ветроустойчивости с высокой теплопроводностью, а также высокую механическую прочность и хорошую износостойкость. Виды чугуна:

1. Белый чугун (БЧ) - в котором весь углерод находится в химически связанном состоянии в виде цементита. Этот чугун твердый, хрупкий и имеет ограниченное применение.

2. Отбеленный - называют чугунные отливки, в которых поверхностные слои имеют структуру белого чугуна, а сердцевина – серого. Высокая твердость поверхности (500HV) обеспечивает хорошую сопротивляемость износу, поэтому из отбеленного чугуна отливают валки листопркатных станов, шары мельниц и другие детали, которые должны обладать высокой износостойкостью.

3. Серый (СЧ) – это чугун, в котором углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в виде графита.

Механические свойства серого чугуна зависят от его структуры, главным образом от графитной составляющей. Чугун можно рассматривать как сталь, пронизанную графитом, который играет роль надрезов и пустот. Следовательно, механические свойства будут зависеть от количества, размеров и формы графитных включений.

На процесс графитизации оказывают влияние химический состав и скорость охлаждения чугуна после заливки его в формы. Углерод и кремний усиливают графитизацию. Марганец и сера препятствуют графитизации и повышают способность чугуна к отбеливанию, т.е. к появлению структурно- свободного цементита, особенно в поверхностных слоях. Чем меньше скорость охлаждения

чугуна в литейной форме, тем больше степень графитизации. В практических условиях скорость охлаждения определяется главным образом площадью поперечного сечения отливки (толщиной стенки).

В зависимости от формы графитных включений и условий их образования различают чугуны серые, высокопрочные и ковкие.

Термической обработкой называют технологические процессы теплового воздействия, состоящие из нагрева, выдержки и охлаждения металлических изделий по определенным режимам с целью изменения структуры и свойств сплава. Любой процесс термической обработки может быть описан графиком в координатах температура – время.

Параметрами процесса термической обработки являются: максимальная температура нагрева сплава; время выдержки сплава при температуре нагрева; скорость нагрева и охлаждения.

Термическая обработка изменяет в нужном направлении прочностные, пластические и другие свойства материала изделий. В основе теории термической обработки лежат фазовые и структурные превращения, протекающие при нагреве

Химико-термической обработкой (ХТО) называется процесс поверхностного насыщения стали различными элементами, при нагреве.

Цель ХТО - изменение химического состава, микроструктуры и свойств поверхностного слоя детали.

Химико-термическую обработку стали применяют, когда необходимо получить более твердую, износостойкую деталь с улучшенными механическими свойствами поверхностного слоя. Упрочнение поверхностного слоя детали достигается в результате изменения его химического состава, насыщения поверхности нагретой стальной детали углеродом, азотом, алюминием, хромом и другими элементами. В зависимости от диффундирующих в поверхностный слой стали элементов различают такие виды химико-термической обработки, как цементация, азотирование, цианирование и диффузионная металлизация (алитирование, сульфирование и др.).

Следует иметь в виду, что свойства металла в значительной степени зависят от методов его выплавки и разливки, которые определяют не только химический состав, содержание неметаллических включений, но и структуру металла.

Обучающимся необходимо изучить свойства железоуглеродистых сплавов и виды испытаний, используемых для их определения. Необходимо запомнить обозначения прочности и пластических свойств металлов и сплавов, знать методы их определения, а также размерности. [1, с. 16-36].

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите, какие превращения происходят при нагревании и охлаждении чистого железа. Назовите критические точки железа.

2. Начертите диаграмму железо-графит и железо-цементит. Покажите на этих диаграммах линии ликвидуса и солидуса. Поясните процессы, происходящие при кристаллизации и перекристаллизации сплавов (первичной и вторичной кристаллизации).

3. Охарактеризуйте основные свойства фазовых составляющих железоуглеродистых сплавов.

4. Назовите структуру стали марок 30, 60, У8, У12 после их медленного охлаждения.

5. Объясните влияния углерода и постоянных примесей стали на ее структуру и свойства.

6. Приведите виды классификации углеродистых сталей. Каковы принципы их маркировки.

7. Назовите факторы, от которых зависит графитизация чугунов. Приведите маркировку серых, ковких и высокопрочных чугунов.

8. Дайте определение легирующих элементов. Приведите маркировочные обозначения наиболее употребительных сталей.

9. Опишите основные характеристики механических свойств металлов (прочность, износостойкость, выносливость и др.).

10. Дайте определения видам термической обработки: закалка, отпуск, отжиг, нормализация.

11. Дайте определения видам химико-термической обработки: цементация, азотирование, цианирование.

Тема 1.3 Сплавы цветных металлов

Содержание учебного материала

Свойства сплавов цветных металлов. Сплавы на основе меди: свойства, маркировка по ГОСТу, область применения. Сплавы на основе алюминия: свойства, маркировка по ГОСТу, область применения. Антифрикционные сплавы.

Методические указания

К цветным относится обширная группа металлов следующих классов:

-легкие металлы являются основой сплавов для машиностроения, судостроения, самолетостроения. Это преимущественно алюминий и титан, реже магний;

-легкоплавкие металлы преимущественно используются для изготовления антифрикционных сплавов: это свинец, олово, цинк. Такие сплавы часто в виде тонкого слоя наносятся на рабочую поверхность стальной основы подшипников скольжения машин и механизмов;

-редкоземельные металлы применяют в качестве добавок к различным сплавам, с целью улучшения их свойств (группа из 17 элементов, включающая

скандий, иттрий и лантаноиды (лантан, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций).

-благородные металлы (золото, серебро, платина и др.) используются в электротехнике, электронике, радиотехнике;

-урановые металлы получили применение в атомной энергетике;

-тугоплавкие металлы (ниобий, тантал, молибден, вольфрам) применяются для изготовления изделий, работающих при особо высоких температурах до 1500-2000 °С.

Алюминий – серебристо-белый металл с плотностью 2,7 г/см³ (2700 кг/м³); температура плавления – 660°С, имеет гранцентрированную кубическую решетку (ГЦК), полиморфизмом не обладает. Электро- и теплопроводность высокие (65 % от электропроводности меди). Имеет высокую отражательную способность и широко используется в рефлекторах, прожекторах, телеэкранах. Алюминий обладает высокой коррозионной стойкостью вследствие образования на его поверхности тонкой прочной плотной пленки Al₂O₃. Из него изготавливают посуду, цистерны для перевозки нефти и нефтепродуктов. Алюминий хорошо сваривается, легко деформируется в холодном состоянии, плохо обрабатывается на станках и имеет низкие литейные свойства (большая усадка – 6 %).

В зависимости от содержания примесей различают:

- алюминий особой чистоты – А999 (0,001 % примесей),
- высокой чистоты – А995, А99, А97, А95 (0,005 – 0,05 % примесей);
- технической чистоты – А85, А8, А7, А5, А0 (0,15 – 1,0% примесей).

Рассмотрите тему «Алюминиевые сплавы».

Они остаются одним из основных конструкционных материалов в производстве летательных аппаратов. Из них изготавливают элементы конструкций самолетов, воспринимающие действие механических сил: шпангоуты, лонжероны, нервюры и др. Сплавы в виде листов применяют для обшивки корпусов вагонов, ракет и самолетов, изготовления топливных и масляных баков (сплав алюминий-магний, дуралюмин, алюминий - литиевые сплавы и др.). Поковки и штамповки получают из ковочных сплавов марок 1360 (АК6) и 1380 (АК8)

Сплавы алюминия делят на литейные и деформируемые. Наибольшее применение из литейных сплавов получил силумин и из деформируемых – дуралюмин.

Силумин представляет собой сплав алюминия с 8-14% кремния. Он обладает хорошими литейными качествами и используется для отливки сложных деталей в песчаные формы, в кокиль и под давлением. Из силумина изготавливают

детали электроизмерительных, судовых и других приборов. Маркируется буквами АЛ и цифрой, указывающей номер сплава.

Дуралюминами называются сплавы алюминия с медью (2,25-5,2%), магнием (0,2-1,8%) и марганцем (0,1-1%). Они обладают достаточно высокой прочностью, пластичностью и делятся на две группы: нормальный дуралюмин, дюралюмины с повышенной пластичностью, дюралюмины с повышенной прочностью. Из нормального дюралюмина изготавливают листы, ленты, трубы, проволоку разных профилей и т.п.; из дюралюмина с повышенной пластичностью - заклепки; дуралюмин с повышенной прочностью, так же, как и нормальный, применяют для изготовления различных полуфабрикатов, кроме штампованных деталей.

Маркируют дуралюмин буквой Д, после которой стоит условный номер сплава.

Кроме того производятся термически неупрочняемые сплавы алюминия с марганцем (АМц) и алюминия с магнием и марганцем (АМг). Они обладают умеренной прочностью, высокой коррозионной стойкостью, хорошей свариваемостью и высокой пластичностью.

Медь – металл красновато-розового цвета с плотностью 8,94 г/см³, температура плавления – 1083°С, кристаллическая решетка ГЦК, полиморфизмом не обладает. По тепло- и электропроводности медь занимает второе место после серебра. Медь имеет высокую коррозионную стойкость в пресной, морской воде и в атмосферных условиях, но окисляется в сернистых газах и аммиаке. Марганец, не снижая пластичности, повышает коррозионную стойкость меди (марка ММц-1). Механические свойства меди в прокатанном отожженном состоянии: предел прочности – 220 – 240 МПа, относительное удлинение – 45 – 50 %, твердость – НВ35 – 45. Холодная пластическая деформация наклеп (нагартовка) увеличивает прочность до 450 МПа, но понижает пластичность до 2 – 3 %. При наклепе несколько снижается электропроводность. Для подвесных проводов, где требуется прочность, применяют нагартованную медь или медь с упрочняющими добавками (например, около 1 % кадмия). Для снятия наклепа проводится отжиг при температуре 550 – 650°С. Медь хорошо обрабатывается давлением, прокатывается в лист и ленту, протягивается в проволоку, легко полируется, хорошо паяется и сваривается, но плохо обрабатывается резанием и имеет низкие литейные свойства.

Различают две основные группы сплавов:

Латуни (сплавы меди с цинком) и бронзы (сплавы меди с другими элементами, в числе которых может быть цинк).

1. *Латуни* подразделяются на простые – сплавы системы «медь – цинк» – и сложные, содержащие другие элементы (никель, олово, алюминий и др.). Латуни

широко применяются в приборостроении, в общем и химическом машиностроении. Их прочность выше, чем у меди, и они дешевле.

2. *Бронзы* – сплавы меди с оловом, алюминием, бериллием, кремнием и другими элементами.

Медь маркируется: М00 (99,99 % Cu), М0 (99,95 % Cu), М1 (99,90 % Cu), М2 (99,70 % Cu), М3 (99,50 % Cu), М4 (99,0 % Cu).

Латуни подразделяются: на простые (сплавы системы «медь – цинк») и сложные (содержащие другие элементы (никель, олово, алюминий и др.)). Латуни широко применяются в приборостроении, в машиностроении. Их прочность выше, чем у меди, и они дешевле.

При концентрации цинка до 39 % латуни однофазны. При большем содержании цинка латуни двухфазны. Максимальное содержание цинка 45%.

Латуни с содержанием цинка до 10 % называются томпак, а до 15 – 20 % – полутомпак.

Простые латуни (медь – цинк) маркируются буквой «Л», после которой цифра показывает среднее процентное содержание меди. Например, латуни Л96, Л70 однофазны, а Л60 двухфазна.

Легированные латуни называются сложными, или специальными. В их марке после буквы «Л» записываются начальная буква названия элемента и цифра – его процентное содержание.

Алюминиевые латуни. Латуни с содержанием алюминия до 4,5 % однофазны (например, ЛА77-2), хорошо обрабатываются давлением, применяются для конденсаторных трубок. Латуни марок ЛАН59-3-2, ЛЖМц59-1-

1 и ЛАЖ60-1-1 используются для изготовления труб, листов, полос, прутков, проволоки.

Никелевая латунь ЛН65-5 обладает высокими антикоррозионными свойствами, высокой прочностью и вязкостью. Хорошо обрабатывается давлением в холодном и горячем состоянии. Широко применяется в морском судостроении.

Оловянистые латуни обладают высокой коррозионной стойкостью в морской воде. Листами из оловянистых латуней обшивали днища судов парусного флота. Поэтому их называют морскими, корабельными, или адмиралтейскими. Например, ЛО70-1, ЛО62-1.

Свинцовистые латуни получили название «автоматные». Свинец вводят в двухфазные латуни для улучшения обрабатываемости резанием (ЛС74-3, ЛС59-1, ЛЖС58-1-1). Их применяют для изготовления деталей горячей штамповкой с последующей обработкой на станках-автоматах.

Кремнистые латуни обладают хорошей свариваемостью, жидкотекучестью и обрабатываемостью резанием (ЛК80-3). Чаще эти латуни используются как

литейные. В маркировке литейных латуней и бронз среднее содержание компонентов сплава в процентах ставится сразу после буквы, обозначающей его название. Например, ЛЦ14К3С3 – латунь, содержащая 14 % цинка, 3 % кремния, 3 % свинца, остальное – медь. Литейные латуни, от которых не требуется высокой пластичности, содержат больше легирующих элементов и в большем количестве, что улучшает их свойства (например, ЛЦ23А6Ж3Мц2).

Бронзы – сплавы меди с оловом, алюминием, бериллием, кремнием и другими элементами. Бронзы маркируются буквами «Бр», а затем начальными буквами обозначаются входящие в состав элементы, цифрами указывается их процентное содержание.

Оловянные бронзы сплавы меди с оловом с добавлением фосфора, цинка, свинца. В деформируемые оловянные бронзы вводят фосфор, цинк, свинец (БрОФ6,5-0,25, БрОФ6,2-0,4, БрОЦ4-3, БрОЦС4-4-2,5 и др.)

Сплавы меди с никелем и другими металлами

Сплавы меди с никелем и другими металлами однофазны, со структурой твердых растворов, поставляются они в виде полуфабрикатов – листов, полос, проволоки.

Мельхиор – МН19 (19 – 20 % никеля) и нейзильбер – МНЦ15-20 (15 % никеля, 20 % цинка) обладают высокой коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах. Применяются в приборостроении, для бытовых изделий, посуды и украшений. Для изделий высокой прочности и коррозионной стойкости (кроме азотной кислоты) используется сплав монель, содержащий кроме меди и никеля железо и марганец – МНЖМц68-2,5-1,5 (68 % никеля; 2,5 % железа; 1,5 % марганца).

Сплавы меди с никелем и марганцем применяются как реостатные. В измерительных схемах и для прецизионных сопротивлений с рабочей температурой до 200°С используется манганин – МНМц3-12 (3 % никеля, 12 % марганца). Сплавы константан – МНМц40-1,5 (40 % никеля; 1,5 % марганца) – и копель – МНМц45-0,5 (45 % никеля; 0,5 % марганца) – обладают максимальным электросопротивлением и термоЭДС. Они используются в основном для термопар с рабочей температурой до 500°С.

Марки обозначаются следующим образом. Первые буквы в марке означают: Л - латунь и Бр. - бронза. Буквы, следующие за буквой Л в латуни или Бр. в бронзе, означают: А - алюминий, Б - бериллий, Ж - железо, К - кремний, Мц - марганец, Н - никель, О - олово, С - свинец, Ц - цинк, Ф. - фосфор.

Цифры, помещенные после буквы, указывают среднее процентное содержание элементов. Порядок расположения цифр, принятый для латуней, отличается от порядка, принятого для бронз.

В марках латуни первые две цифры (после буквы) указывают содержание основного компонента - меди. Остальные цифры, отделяемые друг от друга через тире, указывают среднее содержание легирующих элементов. Эти цифры расположены в том же порядке, как и буквы, указывающие присутствие в сплаве того или иного элемента.

В марках бронзы (как и в сталях) содержание основного компонента - меди - не указывается, а определяется по разности. Цифры после букв, отделяемые друг от друга через тире, указывают среднее содержание легирующих элементов; цифры расположенные в том же порядке, как и буквы, указывающие на легирование бронзы тем или иным компонентом

Медь в чистом виде больше всего используется в производстве электротехники. Почти половина добываемого металла в мире уходит именно на нужды этой отрасли. Наибольший процент меди идет на изготовление кабелей и проводов. Высокая электропроводность делает медь идеальным материалом для этих целей. А благодаря хорошей теплопроводности медь широко используют в производстве систем охлаждения и отопления. Также из этого металла изготавливают трубы для транспортировки жидкостей и газов. Медь также рекомендуют использовать для систем водоснабжения, поскольку медные трубы экологичны, устойчивы к высоким и низким температурам, практически не изнашиваются. Тем временем, в остальных сферах чаще всего используют не чистую медь, а ее сплавы: латунь, бронзу и медно-никелевые соединения.

При изучении сплавов на основе цветных металлов обратите внимание на различия в маркировке латуней и бронз от маркировки железоуглеродистых сталей, и сплавов. Обратите внимание на различия свойств деформируемых и литейных сплавов. Особое внимание следует уделить процессу старения этих сплавов. Все более широкое применение находят сплавы титана. Отличительной особенностью этих сплавов является зависимость типа фазовых превращений от состава и скорости охлаждения.

Обратите внимание на группы подшипниковых сплавов с имеющимися на Вашем предприятии (баббиты). Изучите свойства алюминия и меди, их сплавов, применение термической обработки. [1.с. 39-47].

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте свойства, составы и назначение оловянных бронз.
2. Назовите виды специальных бронз. Для каждого вида укажите характерные свойства, наиболее употребительные марки и их применение.
3. Приведите виды термообработки алюминиевых сплавов и укажите влияние на них примесей.
4. Укажите области применения силуминов и объясните влияние модифицирования на их структуру и механические свойства.

5. Опишите свойства магния и его сплавов. Укажите составы, принципы маркировки и назначение сплавов на основе магния.
6. Дайте характеристику титана и его сплавов.
7. Опишите процесс выплавки «черновой» меди.
8. Опишите принцип маркировки латуней и бронз.
9. Назовите назначение алюминия как конструкционного материала.
10. Опишите принцип маркировки алюминия и сплавов на ее основе.

Тема 1.4 Способы обработки металлов

Содержание учебного материала

Основы литейного производства, виды обработки металлов давлением, применяемое оборудование и инструмент.

Виды сварки и резки металлов, оборудование для сварки, виды пайки, характеристики припоев.

Основы обработки металлов резанием. Процесс резания: режим резания; применяемый инструмент, принципы устройства станков.

Методические указания

Металлообработка — технологический процесс. Необходимо изучить виды обработки металлов. Литейное производство - отрасль машиностроения, использующаяся для изготовления фасонных заготовок или деталей путем заливки расплавленного металла в специальную форму - полость которой имеет конфигурацию заготовки (детали). Более 50% всех деталей машин и промышленного оборудования изготавливается методом литья. Это один из экономичных способов получения деталей и заготовок сложной формы, больших и малых размеров. Методом литья можно изготавливать изделия сложной конфигурации, которые другими видами обработки получить трудно или невозможно. Масса отливки может быть от нескольких граммов (детали приборов) до сотен тонн (станины станков). Литые детали изготавливают из чугуна ~77%, стали ~21%, медных, алюминиевых, магниевых и других сплавов ~2%.

Для получения отливок применяются металлы и сплавы, обладающие определенными литейными свойствами. Литейные свойства - это совокупность физико-химических и технологических свойств, характеризующих способность металлов и сплавов образовывать отливки без дефектов (трещин, раковин, пор и т.д.). Важнейшие литейные свойства - жидкотекучесть, усадка, отсутствие ликваций. Формовочные материалы должны обладать главным образом огнеупорностью, газопроницаемостью и пластичностью.

Рассмотрите вопросы о технологическом процессе разлива металла в формы. способы получения отливок. Расплавленный металл из печи поступает в разливочный ковш. Ковш изготавливают из железа и футеруют огнеупорными

материалами. Ковши бывают различных конфигураций, форм и емкостей. Металл поступает в хорошо просушенный и подогретый (в зависимости от температуры расплавленного металла) ковш. Это помогает избежать выброса металла при заливке и его быстрого охлаждения. С помощью крана, тали или других устройств ковш перемещают к месту разливки и устанавливают над формой. Металл подается непрерывной струей в литниковую чашу и через литниковую систему заполняет форму.

Остывшая до определенной температуры (от 100 до 800°С в зависимости от сплава) форма поступает на выбивку. Выбивку отливок производят с помощью пневматических или гидравлических устройств. При выбивке отливка освобождается от формовочной смеси, стержней и поступает на обрубку и очистку.

Способы получения отливок:

1. Литье в оболочковые формы, при литье в оболочковые формы отливки получают, заливая расплавленный металл в оболочковые формы из термореактивных смесей. Для получения оболочковой формы на нагретую до 2000°С металлическую модельную плиту с установленной полумоделью наносится формовочная смесь из кварцевого песка и искусственной смолы. При этой температуре смола размягчается, и формовочная смесь плотно облепает модель, точно воспроизводя ее конфигурацию. Для отвердевания оболочки плиту помещают в электрическую печь и выдерживают при температуре 250-4000°С в течение 3-5 мин. оболочка толщиной 6-10 мм. Затем твердая оболочка снимается с модельной плиты, и охлаждается на стеллаже. Так изготавливают две половины оболочковой формы, потом их склеивают в прессах или скрепляют зажимами. Готовую оболочковую форму помещают в контейнер (специальную опоку), засыпают сухим прокаленным песком (или чугуной дробью), а затем в нее заливают металл. После охлаждения оболочковую форму разрушают.

2. При литье в кокиль отливки получают, заливая расплавленный металл в металлические формы - кокили. Металлические формы изготавливают из чугуна или стали и внутри покрывают огнеупорной обмазкой. Металлическую форму используют многократно. В ней можно получать сотни и тысячи отливок (в зависимости от свойств заливаемого металла).

Металлическая форма разъемная, обычно состоит из двух центрируемых половин. В форме имеются воронка для заливки металла, литниковые каналы для подачи жидкого металла в полости отливок, выпоры для выхода воздуха и газов, специальные каналы для выхода газов из стержней.

Применение металлических форм вместо песчаных увеличивает производительность труда в пять раз, снижает брак примерно на 30%, повышает качество отливок и точность литья.

3. При литье по выплавляемым моделям отливки получают, заливая расплавленный металл в формы, изготовленные по выплавляемым моделям. Чтобы получить такие формы, изготавливают копию отливки и по ней делают пресс-форму

Модель изготавливают из материала с низкой температурой плавления (например, 50% парафина и 50% стеарина). Затем ее покрывают жидкой облицовочной массой (например, смесь пылевидного кварца с жидким стеклом), сушат и нагревают при высоких температурах. В результате образуется прочная оболочка, которая точно воспринимает форму и размер модели. Модель выплавляют специальными способами, и форму заливают жидким металлом. После затвердевания отливки оболочку разрушают.

При этом способе литья обычно изготавливают разъемную (из двух частей) металлическую пресс-форму, в которой получают точные модели из легкоплавкого материала. Из нескольких моделей делают блок с общей литниковой системой, погружают его несколько раз в жидкую облицовочную смесь и просушивают. Модель выплавляют из оболочки горячим воздухом, водой или паром. Затем полученную оболочку заформовывают в опоку, сушат прокаливают (при 850- 9000С) и сразу заливают жидким металлом. После охлаждения вынимают литые металлические отливки, очищают от керамической корки, отрезают литниковую систему. Этим способом получают детали сложной конфигурации, например, детали счетных и швейных машин. Точность отливок достигает + 0,05 мм на 25 мм длины.

4. При литье под давлением отливки получают в металлических формах. Металл заливается в форму под давлением, под давлением происходит и формирование отливки. Для этого разработаны специальные машины.

При центробежном литье расплавленный металл заливают во вращающиеся формы, где под действием центробежной силы происходит формирование отливки. Этим способом обычно изготавливают отливки, имеющие форму тела вращения.

При изучении этой темы необходимо рассмотреть такие явления как жидкотекучесть, усадка, трещинообразование, газовые раковины и пористость отливок.

Изучая обработку металлов давлением, нужно сначала понять различия между упругой и пластической видами деформации. Обратите внимание на применяемое оборудование и инструмент при обработке давлением.

В основе технологического процесса обработки металлов давлением лежит явление пластической деформации. При пластической деформации деформируемое тело не возвращается к первоначальным размерам после снятия нагрузки. В этом случае в металле происходят более сложные процессы. Так как

металл представляет собой поликристаллическое тело, то приложенная нагрузка по-разному действует на зерна. В одних зернах возникают нормальные напряжения; они действуют перпендикулярно плоскости зерна и вызывают упругую деформацию. В других зернах возникают касательные напряжения; они действуют под углом 45° к плоскости зерна. Под действием этих напряжений в зернах может происходить скольжение, при котором одна атомная плоскость сдвигается относительно другой. Этот процесс облегчается наличием в металле несовершенства кристаллической решетки - дислокаций.

Обычно наибольшей пластичностью обладают металлы, имеющие кубическую кристаллическую решетку, чистые металлы (железо, медь), мелкозернистые металлы. Различные фазы, включения, пустоты различного происхождения понижают пластичность металла. С повышением температуры (до определенной величины) пластичность металлов обычно увеличивается, что связано в основном с протеканием процесса рекристаллизации.

Основными видами объёмной заготовки являются:

- сжатие между плоскостями инструмента – ковка;
- ротационное обжатие вращающимися валками – прокатка;
- затекание металла в полость инструмента – штамповка;
- выдавливание металла из полости инструмента – прессование;
- вытягивание металла из полости инструмента – волочение.

Обучающийся должен последовательно рассмотреть способы обработки сваркой, обратить внимание на среду обработки металла и уметь выбирать наиболее целесообразную технологию сварки в зависимости от вида соединяемых металлов и условий эксплуатации конструкции. При пайке учтите характеристики припоев.

Сварка - это процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. В настоящее время создано очень много видов сварки (их число приближается к 100). Все известные виды сварки принято классифицировать по основным физическим, техническим и технологическим признакам.

Вид сварки объединяет группу сварочных процессов, в которых используется один источник теплоты. Три основных вида сварки:

- Дуговая электросварка (источник теплоты – электрическая дуга).
- Электродуговая сварка (источник теплоты – тепло, аккумулируемое в сварочной ванне).

- Электронно-лучевая сварка (источник теплоты – тепловая энергия, образующаяся в результате преобразования кинетической энергии движущихся электронов).

Способ сварки – это вариант конкретного вида сварки, который отличается от других по сущности ведения процесса (сварка открытой дугой, сварка в защитных газах, сварка под флюсом, ручная сварка).

Метод сварки – это разновидность способа сварки (ручная дуговая сварка обычная, сварка наклонным электродом, автоматическая сварка с увеличенным вылетом электрода).

По физическим признакам, в зависимости от формы используемой энергии, предусматриваются три класса сварки:

1. Термический класс включает все виды сварки с использованием тепловой энергии (дуговая сварка, газовая сварка, плазменная сварка и т.д.).

2. Термомеханический класс объединяет все виды сварки, при которых используются давление и тепловая энергия (контактная сварка, диффузионная сварка).

3. Механический класс включает виды сварки, осуществляемые механической энергией (холодная сварка, сварка трением, ультразвуковая сварка, сварка взрывом).

Виды сварки классифицируются по следующим техническим признакам:

- по способу защиты металла в зоне сварки (в воздухе, в вакууме, под флюсом, в пене, в защитном газе, с комбинированной защитой);
- по непрерывности процесса (непрерывистая, прерывистая);
- по степени механизации (ручная, механизированная, автоматизированная, автоматическая);
- по типу защитного газа (в активных газах, в инертных газах);
- по характеру защиты металла в зоне сварки (со струйной защитой, в контролируемой атмосфере).

Технологические признаки установлены для каждого вида сварки отдельно.

Дуговая сварка металла — это сварка плавлением, при которой нагрев свариваемых кромок осуществляется теплотой электрической дуги.

Ручная дуговая сварка металла может производиться двумя способами:

- неплавящимся электродом,
- плавящимся электродом.

Ручная дуговая сварка металла неплавящимся электродом предусматривает следующее: свариваемые кромки изделия приводят в соприкосновение. Между неплавящимся (угольным, графитовым) электродом и изделием возбуждают дугу. Кромки изделия и вводимый в зону дуги присадочный материал нагреваются до плавления, образуется ванночка расплавленного металла. После затвердевания

металл в ванночке образует сварной шов. Этот способ используется при сварке цветных металлов и их сплавов, а также при наплавке твердых сплавов.

При сварке металла плавящимся электродом используется электрод, этот способ является основным при ручной сварке. Электрическая дуга возбуждается аналогично первому способу, расплавляет электрод и кромки изделия. Получается общая ванна расплавленного металла, которая, охлаждаясь, образует шов.

Пайка — это соединение металлических заготовок без расплавления, с помощью присадочного сплава (припоя), имеющего температуру плавления ниже основного металла. Расплавляясь, припой заполняет зазор между заготовками, при охлаждении он кристаллизуется и обеспечивает прочную связь между ними.

Качество паяного соединения определяется чистотой поверхностей соединяемых заготовок, поэтому их предварительно очищают, обезжиривают и удаляют оксиды. При пайке обеспечивается межатомная связь между припоем и основным металлом.

По технологическому признаку пайку разделяют на капиллярную, диффузионную, контактно-реактивную, реактивно-флюсовую и пайку-сварку. Чаще всего применяют первую и последнюю разновидности пайки.

Два типа паяных соединений — внахлестку и стыковое — являются основными, остальные представляют комбинации основных.

Стыковое соединение применяется при изготовлении не ответственных паяных соединений, внахлестку — в случаях более жестких требований по несущей способности и герметичности.

К паяным соединениям также могут быть предъявлены требования по коррозионной стойкости, электропроводности и т. п.

Завершить изучение раздела целесообразно рассмотрением видов дефектов сварки и пайки. Изучением причин их возникновения и методов предупреждения

Обработка резанием — это процесс получения детали требуемой геометрической формы, точности размеров, взаиморасположения и шероховатости поверхностей за счет механического срезания с поверхностей заготовки режущим инструментом стружки.

Для обеспечения установленной чертежом точности размеров и шероховатости поверхности большинство деталей машин и механизмов обрабатывают на станках снятием стружки. Стружку снимают с заготовок различными лезвийными и абразивными инструментами. У первых имеются специально заточенные режущие кромки (резцы, сверла и др.), у вторых — множество твердых зерен с острыми гранями и углами на поверхности и в толще этих инструментов. Обрабатываемые поверхности могут быть плоскими, цилиндрическими (у геометрических тел вращения), коническими (с прямолинейной образующей), фасонными (с криволинейной образующей) или

сложной криволинейной формы (поверхности зубьев зубчатых колес, кулачков, резьбы). Для получения поверхности заданной формы заготовки и инструменты закрепляют на металлообрабатывающих станках, рабочие органы которых сообщают им движения нужной траектории с установленной скоростью и силой.

Виды обработки резанием:

- Токарная обработка(точение) — это механическая обработка резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, в том числе цилиндрических и конических; прорезание канавок; нарезание внутренних и наружных резьбы на токарных станках.

- Стругание - Механический способ строгания на строгальном станке осуществляется путём возвратно-поступательных движений режущего инструмента, закреплённого в резцедержателе.

- Фрезерование — это процесс механической обработки, при котором режущий инструмент (фреза) совершает вращательное движение, а обрабатываемая заготовка — поступательное.

- Шлифованием называется способ обработки материалов резанием, осуществляемый массовым скоростным снятием поверхностных слоев твердых тел. Это - завершающая чистовая обработка, осуществляется особым видом инструментов – шлифовальными кругами.

- Сверление — вид механической обработки материалов резанием, при котором с помощью специального вращающегося режущего инструмента (сверла) получают отверстия различного диаметра и глубины.

Процесс резания металлов заключается в придании заготовке требуемых геометрических форм и размеров путем снятия с нее припуска в виде стружки.

Обратите внимание на параметры, влияющие на технологический процесс. [2, с. 47-86].

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите способы литья.
2. Опишите сущность обработки металлов давлением.
3. Назовите способы и методы процесса сварки
4. Опишите сущность видов процесса резания.
5. Дайте описание схемы работы литейного конвейера.
6. Назовите виды дефектов при получении отливок и способы их устранения.
7. Дайте определение усадке литейных сплавов
8. Опишите физические основы получения сварного соединения.
9. Назовите типы сварных соединений.
10. Изложите способы сварки ультразвуком и взрывом.
11. Опишите на какие виды делится резание металла.

Тема 1.5 Допуски и посадки

Содержание учебного материала

Взаимодействие в производстве. Международная система допусков и посадок. Допуски, посадки. Квалитеты. Система отверстия, система вала.

Методические указания

На современных заводах станки, автомобили, тракторы и другие машины изготавливаются не единицами и даже не десятками и сотнями, а тысячами. При таких размерах производства очень важно, чтобы каждая деталь машины при сборке точно подходила к своему месту без какой-либо дополнительной слесарной пригонки. Не менее важно, чтобы любая деталь, поступающая на сборку, допускала замену ее другой одного с ней назначения без всякого ущерба для работы всей готовой машины. Детали, удовлетворяющие таким условиям, называют взаимозаменяемыми.

Взаимозаменяемость деталей — это свойство деталей занимать свои места в узлах и изделиях без всякого предварительного подбора или подгонки по месту и выполнять свои функции в соответствии с предписанными техническими условиями.

Две детали, подвижно или неподвижно соединяемые друг с другом, называют сопрягаемыми. Размер, по которому происходит соединение этих деталей, называют сопрягаемым размером. Размеры, по которым не происходит соединения деталей, называют свободными размерами. Примером сопрягаемых размеров может служить диаметр вала и соответствующий диаметр отверстия в шкиве; примером свободных размеров может служить наружный диаметр шкива. Для получения взаимозаменяемости сопрягаемые размеры деталей должны быть точно выполнены. Однако такая обработка сложна и не всегда целесообразна. Поэтому техника нашла способ получать взаимозаменяемые детали при работе с приближенной точностью. Этот способ заключается в том, что для различных условий работы детали устанавливают допустимые отклонения ее размеров, при которых все же возможна безукоризненная работа детали в машине. Эти отклонения, рассчитанные для различных условий работы детали, построены в определенной системе, которая называется системой допусков.

Расчетный размер детали, проставляемый на чертеже, от которого отсчитываются отклонения, называется номинальным размером. Обычно номинальные размеры выражаются в целых миллиметрах.

Размер детали, фактически полученный при обработке, называется действительным размером.

Размеры, между которыми может колебаться действительный размер детали, называются предельными. Из них больший размер называется

наибольшим предельным размером, а меньший — наименьшим предельным размером.

Обучающийся должен ответить, для чего нужна система допусков и посадок? Ведь без использования этих понятий невозможно правильное, точное соединение изделий в машиностроении и металлообработке. Вся система допусков и посадок нацелена на стандартизацию деталей и обеспечение взаимозаменяемости их при сборке или ремонте механизмов и машин различной степени сложности. Обратите внимание на взаимосвязь понятия допуска и точности размера. Допуском посадки называется разность между наибольшим и наименьшим зазорами (в посадках с зазором) или наибольшим и наименьшим натягом (в посадках с натягом). В переходных посадках допуск посадки равен алгебраической разности между наибольшим и наименьшим натягами или сумме наибольшего натяга и наибольшего зазора. [3, с. 5-18].

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определения допуску, посадке.
2. Опишите виды посадок.
3. Опишите образование посадки с зазором.
4. Опишите образование посадки с натягом.
5. Дайте пояснение посадке, при которой возможно получение в соединении как зазора, так и натяга.

Раздел 2 Материалы, применяемые для ремонта и обслуживания подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин

Тема 2.1 Электротехнические материалы

Содержание учебного материала

Проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические и магнитные материалы: виды, свойства и применение при ремонте и обслуживании подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин.

Методические указания

Основные части подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин, электрических машин выполнены из электротехнических материалов. По способности проводить ток все электротехнические материалы делятся на проводники, диэлектрики, полупроводники. Изучение ЭТМ необходимо начать с определения данных материалов.

Материалы, используемые для изготовления любого электрооборудования, можно разделить на две большие группы: конструкционные и электротехнические.

Конструкционные материалы (КМ) используют для изготовления несущих конструкций, вспомогательных деталей и узлов, которые несут не только

механические нагрузки, но и электрические: корпуса для электрооборудования, шасси, монтаж электросхем, шкалы, органы управления (кнопки, тумблеры) .

Электротехнические материалы (ЭТМ) применяют для производства элементов и деталей электросхем, осуществляющих прохождение электрического тока, его электрическую изоляцию, генерацию, усиление, выпрямление, модуляцию и т. п. Для этого необходимы провода, кабели, волноводы, изоляторы, резисторы, магниты, трансформаторы, диоды, транзисторы и т. п.

Любая по сложности электрическая схема состоит из элементов, изготовленных из четырех основных классов ЭТМ.

Проводники — это материалы, из которых изготавливают токоведущие части электрических машин и аппаратов (обмотки, контакты и др.). Они должны хорошо проводить электрический ток, иметь малое удельное сопротивление. К ним относятся металлы и их сплавы.

В качестве проводников электрического тока могут быть использованы как твердые тела, так и жидкости, а при соответствующих условиях и газы.

Важнейшими применяемыми твердыми проводниками являются металлы и их сплавы, углеродистые сплавы, растворы и расплавы электролитов. Тип электропроводности металлических проводников электронный (металлический), они проводники первого рода.

Явление распада молекул солей, щелочей и кислот в воде на ионы противоположных знаков называют электролитической диссоциацией. Полученные вследствие распада ионы служат носителями заряда в жидкости, а сама жидкость становится проводником. Механизм прохождения электрического тока в растворах и расплавах электролитов обусловлен направленным движением катионов и анионов, поэтому тип электропроводности электролитов ионный, и они проводники второго рода. Электролиты широко используются в гальванотехнике и при очистке металлов (рафинировании).

Наибольшее распространение в технике получили твердые металлические проводники. Высокая электро- и теплопроводность металлических проводников обусловлена большой концентрацией n электронов проводимости.

Металлические проводники подразделяются на пять групп:

- металлы высокой проводимости (серебро, медь, золото, алюминий и др.) и их сплавы, имеющие удельное электросопротивление не более $0,1 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$,
- сверхпроводники — это чистые металлы (ртуть, свинец, алюминий), сплавы (ниобий — титан, ванадий — галлий и др.), обладающие при температуре, близкой к абсолютному нулю, незначительным удельным сопротивлением;
- криопроводники — металлы высокой проводимости (медь, алюминий, бериллий), которые при криогенной температуре (ниже — высокую удельную электропроводность;

- сплавы высокого сопротивления – это сплавы, образующие твердые растворы (константан, нихромы и др.), они используются для изготовления электронагревательных элементов, реостатов, резисторов и т. п. и имеют высокое удельное электросопротивление (не менее $0,3 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$);

- контактные материалы – металлы, сплавы, угольные материалы, композиционные материалы и другие, используемые в скользящих и разрывных контактах в различных электрических цепях.

Диэлектрики (электроизоляционные материалы) используют для изготовления изоляции токоведущих частей машин и аппаратов друг от друга. Диэлектрики практически не проводят электрический ток.

Диэлектрические материалы обладают способностью поляризоваться под действием приложенного электрического поля и подразделяются на пассивные и активные диэлектрики.

Пассивные диэлектрики используют для создания электрической изоляции токопроводящих частей – являются материалами электроизоляционными. В электрических конденсаторах они служат для создания определенной электрической емкости; в данном случае важную роль играет их относительная диэлектрическая проницаемость – чем она выше, тем меньше габарит и вес конденсаторов;

Активные диэлектрики применяют для изготовления активных элементов и деталей электрических схем. Эти детали служат для генерации, усиления, модуляции, преобразования электрического сигнала (пьезоэлектрики, люминофоры, электрооптические материалы, жидкие кристаллы и др.).

Все диэлектрические материалы имеют молекулярное или ионное строение. Молекулы, в свою очередь, образованы из атомов, атомы и ионы из электронов и положительно заряженных ядер. При этом суммарный заряд всех отрицательно и положительно заряженных частиц, образующих диэлектрик (Д) как молекулярного, так и ионного строения, равен нулю.

Идеальный Д состоит только из связанных между собой заряженных частиц (свободных зарядов в нем нет), поэтому электропроводность в идеальном Д отсутствует. Под действием приложенного электрического поля все связанные заряженные частицы Д упорядоченно смещаются из своих равновесных состояний только на ограниченные расстояния, а диполи ориентируются по полю; в результате Д поляризуется.

Поляризация – такое явление, когда под воздействием внешнего электрического поля происходит ограниченное смещение связанных заряженных частиц и некоторое упорядочение в расположении дипольных молекул.

В результате этого в Д образуется электрический дипольный момент. Упорядоченное смещение заряженных частиц и ориентация диполей приводят к

образованию в материале токов смещения. В реальных диэлектриках в результате дефектов строения и присутствия ионной примеси кроме связанных заряженных частиц имеются еще и свободные заряженные частицы (свободные заряды), которые не связаны с определенными молекулами или атомами и поэтому не имеют постоянных равновесных положений. Под действием приложенного электрического поля они направленно перемещаются в диэлектрике на относительно большие расстояния. Подходя к электродам, свободные частицы разряжаются на них, образуя электрический ток. Поскольку количество этих зарядов в Д очень мало, их электропроводность низка. Способность диэлектриков поляризоваться под действием приложенного электрического поля является их фундаментальным свойством.

В поляризованном диэлектрике связанные разноименно заряженные частицы после смещения остаются в поле взаимодействия друг с другом. Возникающие при этом заряды – это заряды самого диэлектрика, они его часть.

Часть энергии приложенного электрического поля, которая рассеивается в диэлектрике за единицу времени, называют диэлектрическими потерями; эта энергия переходит в тепло и Д нагревается. При недопустимо высоких диэлектрических потерях электроизоляционная конструкция может нагреться до температуры теплового разрушения, т. е. наступит электротепловой пробой.

Полупроводники занимают по электропроводности промежуточное место между проводниками и диэлектриками. Применяются для изготовления выпрямителей, диодов, усилителей и т.д.

К полупроводникам относится гораздо больше веществ, чем к группам проводников и непроводников, взятых вместе. К полупроводникам, нашедшим практическое применение в технике, относятся германий, кремний, селен, закись меди и некоторые другие вещества. Но для полупроводниковых приборов используют в основном только германий и кремний.

Электропроводность полупроводников сильно зависит от окружающей температуры. При очень низкой температуре, близкой к абсолютному нулю (-273°C), они ведут себя по отношению к электрическому току как изоляторы. Большинство же проводников, наоборот, при такой температуре становятся сверхпроводимыми, т. е. почти не оказывают току никакого сопротивления. С повышением температуры проводников их сопротивление электрическому току увеличивается, а сопротивление полупроводников уменьшается. Электропроводность проводников не изменяется при действии на них света. Электропроводность у полупроводников под действием света, так называемая фотопроводность, повышается. Полупроводники могут преобразовывать энергию света в электрический ток. Проводникам же это совершенно не свойственно. Электропроводность полупроводников резко увеличивается при введении в них

атомов некоторых других элементов. Электропроводность же проводников при введении в них примесей понижается. Эти и некоторые другие свойства полупроводников были известны сравнительно давно, однако широко использовать их стали сравнительно недавно. Германий и кремний, являются исходными материалами многих современных полупроводниковых приборов. Важнейшая область применения полупроводниковых материалов — микроэлектроника. Полупроводниковые материалы составляют основу современных больших и сверхбольших интегральных схем, которые делают главным образом на основе (кремния)Si. Дальнейший прогресс в повышении быстродействия и в снижении потребляемой мощности связан с созданием интегральных схем на основе (Арсенида галлия) GaAs, В больших масштабах используют полупроводниковые материалы для изготовления «силовых» полупроводниковых приборов (вентили, тиристоры, мощные транзисторы). Здесь также основным материалом является Si, а дальнейшее продвижение в область более высоких рабочих температур связано с применением GaAs, SiC и др. широкозонных полупроводниковых материалов. С каждым годом расширяется применение полупроводниковых материалов в солнечной энергетике. Основными полупроводниковыми материалами для изготовления солнечных батарей являются Si, GaAs, С применением в солнечных батареях некристаллических гидрированных полупроводниковых материалов связаны перспективы резкого снижения стоимости солнечных батарей. Полупроводниковые материалы используют для создания полупроводниковых лазеров и светодиодов. Полупроводниковые материалы составляют основу современных приемников оптического излучения (фотоприемников) для широкого спектрального диапазона. Полупроводниковые лазеры и фотоприемники — важнейшие составляющие элементной базы волоконно-оптической линий связи. Полупроводниковые материалы используются для создания различных СВЧ приборов (биполярных и полевых транзисторов, транзисторов на «горячих» электронах, лавинопролетных диодов и др.). Другие важные области применения полупроводниковых материалов: детекторы ядерных излучений, изготовление термохолодильников, тензодатчиков, высокочувствительных термометров, датчиков магнитных полей и др.

По способности намагничиваться электротехнические материалы делятся на магнитные и немагнитные.

К магнитным материалам относят:

- ферромагнетики (ферромагнетик — такое вещество, которое (при температуре ниже точки Кюри, Точка Кюри – это температура, выше которой намагниченность каждого домена ферромагнетика равна нулю вследствие

движения молекул и вещество переходит в парамагнитное состояние.) способно обладать намагниченностью в отсутствие внешнего магнитного поля).

- ферриты- неметаллические твердые магнитные материалы (ферритмагнетики) химические соединения оксидов главным образом переходных металлов с оксидом) их магнитная проницаемость имеет высокие значения и зависит от напряженности внешнего магнитного поля и температуры. Магнитные материалы применяют в качестве магнитопроводов для концентрации магнитного поля в сердечниках катушек индуктивности и дросселей.

Магнитные материалы способны сильно намагничиваться даже в слабых полях, некоторые из них сохраняют намагниченность после снятия внешнего магнитного поля. К наиболее широко используемым магнитным материалам относятся железо, кобальт, никель и их сплавы.

Далее уделить внимание на виды, свойства и применение при ремонте и обслуживании подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин. [1, с. 87-98].

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите на какие группы делятся электротехнические материалы.
2. Дайте определение проводниковым материалам.
3. Дайте определение полупроводниковым материалам.
4. Дайте определение диэлектрическим материалам.
5. Перечислите факторы, которые влияют на электропроводность полупроводников.
6. Приведите примеры твёрдых диэлектриков.
7. Поясните, от чего зависит магнитная проницаемость ферромагнетиков и ферритов.
8. Перечислите, какие магнитные вещества наиболее широко используют.

Тема 2.2 Неметаллические конструкционные и строительные материалы. Полимеры

Содержание учебного материала

Состав, строение и основные свойства полимеров. Способы получения полимеров. Материалы на основе полимеров. Применение полимерных материалов на железнодорожном транспорте.

Методические указания

Мономер – это низкомолекулярное соединение, способное вступать в реакции полимеризации или поликонденсации и образовывать макромолекулу полимера.

Полимеры – это органические или неорганические вещества, состоящие из отдельных звеньев-мономеров, соединенных в длинные цепи-макромолекулы химическими или координационными связями.

Количество мономерных звеньев в полимере (степень полимеризации) должно быть достаточно велико. Во многих случаях количество звеньев может считаться достаточным, чтобы отнести молекулу к полимерам, если при добавлении очередного мономерного звена молекулярные свойства не изменяются. Как правило, полимеры — вещества с молекулярной массой от нескольких тысяч до нескольких миллионов.

Полимерные материалы обладают рядом важных для электроники свойств. Они имеют малый удельный вес, легко обрабатываются и химически инертны. Большинство полимеров являются изоляторами, поэтому их широко используют в качестве диэлектриков и изоляционных материалов.

Полимерными материалами в широком смысле этого понятия являются соединения, построенные из большого числа атомов или атомных групп, соединенных между собой валентными связями.

Полимеры можно охарактеризовать так же, как высокомолекулярные соединения, макромолекулы которых состоят из большого числа повторяющихся групп (мономерных звеньев). Молекулярная масса полимеров может варьироваться от нескольких тысяч до нескольких миллионов, причем для большинства полимеров характерно очень широкое распределение по величине молекулярной массы.

Полимеры могут существовать: в твердом состоянии (аморфном или кристаллическом, чаще в смеси этих состояний), в вязко эластичном (резина), в вязко текучем состоянии.

Характерной чертой полимеров является сочетание свойств твердых тел и жидкостей, т.е. эти вещества с одной стороны обладают прочностью твердых тел, а с другой, способны к обратимым деформациям, т.е. характеризуются пластичностью. Растворы полимеров обладают повышенной вязкостью. При набухании в жидкостях полимеры образуют системы, промежуточные по своим свойствам между твердым телом и жидкостью. Полимеры обладают высокой анизотропией механических свойств, выражающейся в возможности образования пленок и волокон.

Температура кипения полимеров выше температуры разложения, поэтому полимеры не могут находиться в газообразном состоянии, а только в конденсированной фазе, т.е. твердом или жидком состоянии.

Одна из разновидностей твердого состояния - стеклообразное состояние, в котором молекулы теряют способность перемещения. Стекла аморфны.

Другая разновидность - высокоэластичное состояние. В этом состоянии полимеры способны к значительным обратимым деформациям. Они находятся в некотором, промежуточном состоянии между жидким и стеклообразным состояниями. При деформации перемещаются только малые участки цепных макромолекул. В некоторых полимерах, например, в сшитых резинах, такие состояния как вязко эластичное и вязко текучее вообще отсутствуют, полимер не плавится.

По физико-химическим свойствам полимеры можно разделить на несколько групп.

1. Полимеры, которые могут существовать в виде стекла, высокоэластичного тела и в виде расплава (пластмассы, волокна, каучуки).
2. Полимеры с жесткими цепями (целлюлоза, протеины).
3. Армированные полимеры, представляют собой вещества с определенной структурой, например, комбинация полимерного связующего с длинными стеклянными волокнами.

Обратите внимание на определение полимерного материала, его структурные особенности и особенности свойств полимерных материалов, вытекающие из определения. Влияние молекулярной массы и химического состава макромолекул на структуру и свойства полимерных материалов. Классификация полимерных материалов, определение полимеров, которые используются в промышленности. Введение понятия базового полимерного материала и принципы модификации базового материала, как основного способа получения многофункционального материала. Основные способы модификации полимерных материалов, зависимость способов модификации от области использования готовой продукции. [1, с. 112-115].

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите состав полимерного материала.
2. Перечислите материалы, полученные на основе полимеров.
3. Опишите свойства полимеров.
4. Перечислите применение полимеров на железнодорожном транспорте.
5. Перечислите недостатки полимерных материалов.
6. Поясните, какая реакция лежит в основе получения полимеров.
7. Перечислите положительные свойства полимеров.

Тема 2.3 Экипировочные и защитные материалы

Содержание учебного материала

Топливо. Минеральные масла. Пластичные смазки. Классификация, марки, применение при ремонте и обслуживании подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин. Защитные покрытия.

Методические указания

При изучении данной темы необходимо обратить внимание на классификацию топлива, использование на железнодорожном транспорте. Получение топлива для двигателей внутреннего сгорания. Карбюраторное и дизельное топливо, ГОСТ, свойства. Марки, область применения на железнодорожном транспорте. Техника безопасности при хранении топлива.

Всякое топливо состоит из горючей части, в которую входят углерод, водород, кислород, азот, горючая сера, и негорючей части, в которую входят зола и вода. Горением топлива называется химическое соединение его составных горючих частей с кислородом воздуха при высокой температуре с выделением тепла и образованием света. Для начала горения топливо должно быть предварительно нагрето до довольно высокой температуры, называемой температурой воспламенения. Температура воспламенения определяет начало горения топлива в топке при розжиге его каким-нибудь пламенем. После того как топливо воспламенилось, оно может устойчиво гореть дальше уже само собой за счёт теплоты, выделяющейся при горении.

Дизельное топливо, применяемое для тепловозов, должно обладать следующими свойствами:

1. Хорошо распыляться;
2. Обеспечивать плавное и полное сгорание;
3. Не вызывать стуков, образования сажи, дымного выхлопа;
4. Обеспечивать легкий запуск двигателей, а также независимо от времени года и климатических условий, хорошо прокачиваться по топливной системе;
5. Не вызывать коррозии емкостей и топливной аппаратуры, обеспечивать необходимую смазку топливной аппаратуры;
6. Не образовывать смолистых и лаковых отложений на иглах распылителей форсунок, приводящих к их зависанию;
7. Иметь высокое цетановое число, т. е. обладать малым периодом задержки самовоспламенения;
8. Не образовывать нагаров и отложений в камере сгорания, в цилиндрах двигателя, на поршнях и выпускном тракте;
9. Обладать высокой теплотой сгорания и иметь малый удельный расход;
10. Быть стабильным при транспортировке, хранении и применении.

Для того чтобы дизельное топливо удовлетворяло перечисленным выше требованиям, оно должно обладать определенными физико-химическими свойствами, оцениваемыми Государственным общесоюзным стандартом (ГОСТом), в котором имеются 17 различных показателей качества. По этим

показателям судят об эксплуатационных свойствах топлива и о влиянии на процессы топливоподачи, смесеобразования, самовоспламенения, сгорания и т.д.

В двигателях тепловозов должно применяться специальное дизельное топливо по ГОСТ 10489—63 и по ГОСТ 4749—72. Дизельное топливо для транспортных дизелей получают как прямой перегонкой нефти, так и смешением продукта прямой перегонки с гидроочищенными и другими компонентами, которые применялись при изготовлении образцов топлива и прошли государственные испытания с положительными результатами.

Дизельное топливо для транспортных дизелей по ГОСТ 10489—63 вырабатывают следующих сортов:

ТЛ — топливо летнее, применяемое при температуре окружающего воздуха до—10°С

ТЗ — топливо зимнее, применяемое при низких температурах атмосферного воздуха. Оно имеет несколько облегченный фракционный состав, пониженную вязкость, температуру застывания минус 35°С.

Для двигателей тепловозов и дизельных поездов применяют также дизельное топливо, вырабатываемое из малосернистых пефтей по ГОСТ 4749-72.

Это топливо получают путем прямой перегонки. Оно является одним из лучших сортов дизельных топлив, вырабатываемых в РФ, и предназначено для использования в быстроходных двигателях.

Арктическое дизельное марки ДА, применяемое при температуре окружающего воздуха ниже минус 30°С. Это топливо имеет малую вязкость и облегченный фракционный состав, что обеспечивает нормальный запуск и работу дизеля в зимних условиях при особо низких температурах. Для тепловозов железнодорожного транспорта указанное топливо не поставляется.

Немаловажно рассмотреть вопросы о минеральных маслах, способы очистки, классификация, область применения на железнодорожном транспорте. Параметры качества. Присадки. Регенерация. Техника безопасности при хранении и работе с маслом. Способы получения пластичных смазок. Свойства, методы их контроля. Присадки. Смазки, применяемые на железнодорожном транспорте. Притирочные пасты. Состав и область применения на железнодорожном транспорте. Техника безопасности при хранении и работе со смазками.

Требования, предъявляемые к качеству воды для технических целей. Подготовка воды для охлаждения двигателей внутреннего сгорания, расчет количества добавок, контроль за качеством воды. Изучить методику определения качества песка. Технологию приготовления песка. Технику безопасности.

Обратите внимание на защитные покрытия на органической основе. Их основу составляют пленкообразователи - органические вещества, способные образовывать пленку. Защитные покрытия на неорганической основе. Оксидные

покрытия. Естественные оксидные пленки на поверхности металлов не всегда обладают защитным действием вследствие их рыхлости. Металлические защитные покрытия. [1, с. 102-111].

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение топливу, перечислите его агрегатные состояния.
2. Охарактеризуйте назначение смазочных материалов.
3. Перечислите, на какие группы делятся смазочные материалы в зависимости от агрегатного состояния.
4. Перечислите требования, предъявляемые к качеству воды для технических целей.
5. Перечислите виды защитных покрытий, дайте им характеристику.
6. Назовите экипировочные материалы. классификацию, марки, применяемые при ремонте и обслуживании подъемно-транспортных.

Перечень лабораторных работ

Лабораторное занятие №1 Определение ударной вязкости металлов.

Лабораторное занятие №2 Исследование микроструктуры углеродистых сталей.

Лабораторное занятие №3 Исследование микроструктуры чугунов.

Лабораторное занятие №4 Исследование микроструктуры легированной стали.

Лабораторное занятие №5 Исследование микроструктуры цветных металлов и их сплавов.

Лабораторное занятие №6 Измерение углов заточки режущих инструментов.

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации по учебной дисциплине Материаловедение

1. Кристаллическое строение металлов. Кривые нагрева и охлаждения металлов, понятие «критические точки». Аллотропические превращения в металлах.

2. Испытание металлов на растяжение, на твердость, ударную вязкость. Основные свойства металлов, их значение при выборе сплавов для изготовления деталей машин.

3. Диаграмма состояния «Железо – цементит», критические точки превращения в сплавах, деление сплавов на стали и чугуны, структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.

4. Исходные материалы для доменной плавки, подготовка руды к доменной плавке, ее обогащение. Топливо и флюсы.

5. Медь. Ее сплавы, маркировка, свойства.
6. Латунь. Маркировка, свойства.
7. Бронза. Маркировка, свойства.
8. Алюминий. Его сплавы, маркировка, свойства.
9. Чугуны. Классификация, маркировка, примеры применения.
10. Чугуны – влияние постоянных примесей на их свойства и структуру.
11. Серый чугун – его структура, свойства, применение на железнодорожном транспорте.
12. Ковкий чугун – метод получения, его структура, свойства, марки, применение на железнодорожном транспорте.
13. Высокопрочные чугуны – способ получения, его структура, свойства, марки по ГОСТ, применение на железнодорожном транспорте.
14. Инструментальные, легированные стали.
15. Твердые сплавы. Их маркировка и применение.
16. Легированные стали. Влияние легирующих элементов на свойства стали.
17. Быстрорежущие стали.
18. Углеродистые стали. Классификация. Автоматные стали.
19. Углеродистые стали. Стали обыкновенного качества, маркировка.
20. Углеродистые инструментальные стали. Маркировка, применение.
21. Степень раскисления сталей. Углеродистые конструкционные стали.
22. Рессорно-пружинные стали. Маркировка, применение.
23. Углеродистые стали. Классификация и маркировка.
24. Качество и назначение сталей, примеры марок сталей.
25. Серый чугун – маркировка, структура, применение.
26. Ковкий чугун – маркировка, структура, применение.
27. Высокопрочный чугун – маркировка, структура, применение.
28. Твердость. Способы определения твердости.
29. Свойства металлов и сплавов (физические, химические, технологические, механические).
30. Диаграмма состояния сплава железо-углерод. Структурные составляющие стали и чугуна.
31. Процессы при первичной кристаллизации сплавов железо-углерод.
32. Процессы при вторичной кристаллизации сплавов железо-углерод.
33. Дефекты кристаллических решеток.
34. Феррит, цементит, перлит, ледебурит, аустенит.
35. Термическая обработка. Виды термообработки.
36. Закалка. Среда охлаждения и структура после закалки.
37. Отпуск. Виды отпуска и структура после отпуска, среда охлаждения.
38. Химико-термическая обработка. Ее виды, сущность процесса.

39. Азотирование. Цементация.
40. Нитроцементация (цианирование).
41. Поверхностная закалка.
43. Ковка. Виды операций при ковке.
44. Прокатка.
45. Волочение.
46. Прессование.
47. Штамповка. Ее виды.
48. Сварка. Основные понятия. Виды сварки.
49. Типы сварочных соединений и швов.
50. Пайка. Сущность процесса. Мягкие припои, их состав, марки по ГОСТ. Флюсы для мягких припоев.
51. Пайка. Сущность процесса.
52. Классификация электротехнических материалов.
53. Электрики и диэлектрики.
53. Магнитомягкие материалы.
54. Магнитотвердые материалы.
55. Нефть. Ее состав, характеристики углеводородов.
56. Способы переработки нефти.
57. Композиционные материалы с металлической и неметаллической матрицей, их свойства.
58. Резина – способ получения, свойства, применение.
59. Неорганическое стекло. Его структура, свойства. Применение технических стекол.
60. Сущность коррозии, ее виды, металлические и неметаллические способы защиты металлов от коррозии.

Перечень рекомендуемых источников

Основные источники

1. Бондаренко Г. Г., Кабанова Т. А., Рыбалко В. В.; Под ред. Бондаренко Г.Г. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ 2-е изд. Учебник для СПО Учебное издание 2021

2. Плошкин, В. В. Материаловедение : учебник для СПО / В. В. Плошкин. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 463 с.

Дополнительные источники

3. Герасимова, Е.Б. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / Е.Б. Герасимова, Б.И. Герасимов. — 2-е изд. — Москва: ФОРУМ :ИНФРА-М, 2022. — 224 с.

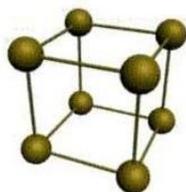
4. Стуканов В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы. Лабораторный практикум: учебное пособие / В.А. Стуканов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. — 304 с.

Интернет-ресурсы

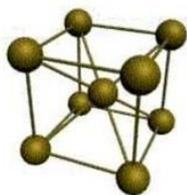
5. МТОМД. ИНФО: инженерный портал. – МТОМД.ИНФО, 2009-2020. - URL: <http://www.mtomd.info/archives/category/material>(дата обращения: 31.08.2020). - Текст: электронный

Виды кристаллических решеток

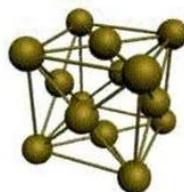
Основные типы кристаллических решеток металлов



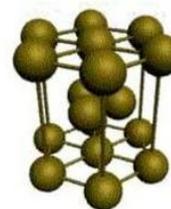
кубическая
(1 атом на
ячейку)



объемно-
центрированная
кубическая
(ОЦК)
(2 атома на
ячейку)



ране
центрированная
кубическая (ГЦК)
(4 атома на
ячейку)



гексагональная
плотноупакованная
(ГП)
(6 атомов на ячейку)

	Тип решетки	Примеры веществ	Физические свойства веществ
	<u>Ионная</u>	Соли, оксиды и гидроксиды типичных металлов	Твердые, хрупкие, тугоплавкие, многие растворимы в воде, расплавы проводят электрический ток
<p>Кристаллические решетки алмаза (слева) и графита (справа)</p>	<u>Атомная</u>	алмаз(С), графит(С), бор(В), кремний(Si), оксид алюминия (Al ₂ O ₃), оксид кремния (IV)-SiO ₂	Очень твердые, очень тугоплавкие, прочные, нелетучие, не растворимы в воде
	<u>Молекулярная</u>	При обычных усл.–г/ж (O ₂ , H ₂ , Cl ₂ , N ₂ , Br ₂ , H ₂ O, CO ₂ , HCl) Сера S ₈ , белый фосфор P ₄ , йод I ₂ ; органические вещества	Непрочные, летучие, легкоплавкие, способны к возгонке, имеют небольшую твердость
	<u>Металлическая</u>	Металлы и сплавы	Ковкие, обладают блеском, пластичностью, тепло- и электропроводны

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

