

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Манаенков Сергей Алексеевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 19.04.2021 12:29:03  
Уникальный программный ключ:  
b98c63ff50e940789ca165e2b73c0c737775f9e9

**Одобрено**

на заседании цикловой комиссии  
специальности 08.02.10; 23.02.06  
протокол № \_\_\_\_\_  
от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель ЦК

Утверждаю

Зам. директора по УР  
\_\_\_\_\_ Н.А. Петухова  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Составитель:

Е.В. Гундарева, преподаватель филиала СамГУПС в  
г. Ртищево  
О.В. Мирясова, преподаватель  
общеобразовательных дисциплин филиала  
СамГУПС в г. Ртищево

Рецензент:

Г.Ю.Кудинова, начальник филиала ГАУ СО УЦ  
(Государственного Автономного учреждения  
дополнительного профессионального образования  
«Саратовский учебный центр»)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Рабочая программа изучаемой дисциплины	6
Задание для контрольной работы	45
Методические указания по выполнению контрольной работы	52
Пример выполнения практического задания по расшифровке марок материалов	53
Пример выполнения практического задания по нахождению критических точек	54
Примерный перечень лабораторных и практических занятий	56
Приложение	57
Список литературы	64

## ВВЕДЕНИЕ

Материаловедение - наука, изучающая строение и свойства материалов и устанавливающая связь между их составом, строением и свойствами. Железнодорожный транспорт, транспортное машиностроение и транспортное строительство вместе являются крупнейшим потребителем различных материалов – металлов, сплавов на их основе, полимерных, электротехнических и других. Материалы необходимы для сооружения железнодорожного пути, мостов, зданий, постройки локомотивов, вагонов, путевых и других машин, развития устройств автоматики и связи, эксплуатации технических средств, а также для ремонта и замены устаревших конструкций.

Повышение долговечности и надежности конструкций и сооружений предполагает использование материалов с высокими и устойчивыми характеристиками. Задача дальнейшего повышения скоростей движения и массовых норм поездов, грузонапряженности железных дорог не может быть выполнена без применения высокопрочных и износостойких материалов, а также материалов, устойчивых к коррозии.

Выбор того или иного материала или замена одного материала другим должны иметь инженерное и экономическое обоснование. Требования к качеству материалов непрерывно возрастают.

Изучение данной дисциплины необходимо в дальнейшем при изучении конструкции локомотивов и вагонов, их эксплуатации и ремонте узлов и деталей. На основе знаний механических характеристик материалов производится расчет узлов и деталей любых конструкций, что необходимо при изучении курса технической механики. Знание технологических характеристик материалов позволяет правильно выбрать способы изготовления и ремонта узлов и деталей вагонов и локомотивов.

С целью контроля освоения учебного материала по данной учебной дисциплине предусматривается выполнение одной контрольной работы, для

закрепления теоретических знаний и приобретения умений и навыков, а также освоения общих и профессиональных компетенция рабочей программой дисциплины предусмотрены практические и лабораторные занятия.

Практические занятия выполняются студентами в период лабораторно-экзаменационных сессии под руководством преподавателя.

Практические занятия рекомендуется проводить фронтальным методом, когда вся подгруппа выполняет одинаковое задание.

Каждый студент обязан оформлять отчет о проделанной работе. Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- задание;
- выполненное практическое занятие в соответствии с заданием;
- ответы на контрольные вопросы;
- вывод.

К ответам на контрольные вопросы студенты приступают после того, как выполнены все задания практического занятия.

При выполнении практических занятий студенты приобретают навыки и умения самостоятельной работы с учебной литературой и нормативно-правовой документацией, что пригодится им при выполнении контрольной работы.

В процессе выполнения контрольной работы студенты должны использовать основную и дополнительную литературу.

По объему контрольная работа должна быть не менее 10-15 страниц печатного текста. Оформляется на стандартных листах формата А4 в соответствии с требованиями ЕСКД.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

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

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Раздел 1. Технология металлов**

#### **Тема 1.1 Основы металловедения**

### **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Классификация металлов. Кристаллизация металлов. Кристаллическое строение металлов. Свойства металлов: физические, химические, механические и технологические. Способы определения основных свойств металлов. Явления аллотропии и анизотропии.

#### **Методические указания к теме 1.1**

Данная тема основывается на знаниях физики и химии школьного курса.

Знание свойств металлов необходимо для дальнейшего изучения металлов и сплавов, и их выборе для изготовления из них изделий. Особое внимание нужно уделить изучению механических и технологических свойств материалов. Знание этих свойств и способов их определения поможет в дальнейшем при расчетах деталей машин на прочность. Каждый металл отличается от других строением и свойствами. Физические и химические свойства металлов обусловлены их электронным строением. Физические свойства металлов (плотность, теплоемкость, магнитные характеристики, тепло-, электропроводимость и другие) определяют поведение металлов, например, в тепловых и электромагнитных полях. Химические свойства - определяют способность сопротивляться окислению, проникновению газов и взаимодействию с другими веществами.

Все металлы делятся на две большие группы – черные и цветные. Каждую из них можно разделить по некоторым признакам еще на группы. Способность металла сопротивляться воздействию внешних сил характеризуется механическими свойствами. Поэтому при выборе металлов

для изготовления деталей машин необходимо знать его механические свойства, такие как прочность, вязкость, твердость, пластичность и другие. Эти свойства определяют по результатам механических испытаний. Знание механических свойств необходимо в дальнейшем, при расчетах деталей машин на прочность в разделе сопротивления материалов при изучении технической механики.

К технологическим свойствам металлов и сплавов относятся литейные свойства, деформируемость, свариваемость, обрабатываемость режущим инструментом и другие.

Эти свойства позволяют производить формообразование для получения заготовок и деталей машин.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Каково строение твердых тел?
2. На какие группы подразделяют черные металлы?
3. На какие группы подразделяют цветные металлы?
4. Как классифицируют металлы по плотности?
5. На какие группы делятся металлы по технологии изготовления полуфабрикатов и изделий?
6. На какие группы делятся металлы по температуре плавления?
7. На какие группы делятся металлы по применению?
8. Какие механические свойства металлов и сплавов Вы знаете?
9. Чем отличаются кристаллические вещества от аморфных?
10. Поясните понятие «кристаллическая решетка» и назовите типы кристаллических решеток.
11. Что называется аллотропией (полиморфизмом)?
12. Что такое анизотропия?
13. Какие свойства относятся к технологическим свойствам металлов и сплавов?

14. Какие свойства относятся к физическим и химическим свойствам металлов?
15. Как определяются механические свойства металлов?
16. Перечислите методы определения твердости?
17. В чем различие методов определения твердости?
18. Что такое ударная вязкость и каким способом ее определяют?
19. Какие характеристики металлов определяют при испытаниях на растяжение?
20. Что такое макроструктура и микроструктура металлов и сплавов?

## **Тема 1.2. Основы теории сплавов**

### **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Система сплавов. Компоненты системы. Фазы сплавов. Структурные составляющие сплавов: твердый раствор, химические соединения, механическая смесь. Связь между структурой и свойствами сплавов.

Понятие диаграммы состояния. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов. Основные точки и линии диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов. Критические точки сталей (точки Чернова). Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей.

### **Методические указания к теме 1.2**

Чистые металлы во многих случаях не обеспечивают требуемых свойств, поэтому они применяются сравнительно редко. Более широко используются металлические сплавы. Их получают сплавлением или спеканием двух или более металлов или металлов с неметаллами. Химические элементы или их соединения, образующие сплав, принято называть компонентами. Сплав может состоять из двух и более компонентов и образовывать одну или несколько фаз.

В большинстве случаев входящие в сплав компоненты в жидком состоянии полностью растворимы друг в друге и представляют собой жидкий раствор (одна фаза – жидкость). В твердом состоянии сплавы образуют твердые растворы (по расположению атомов в кристаллической решетке различают твердые растворы замещения и твердые растворы внедрения), химические соединения и механические смеси (сплав-смесь). Под структурой понимают форму, размеры и характер взаимного расположения фаз в сплавах. Знание структуры сплавов и их изменения в связи с нагревом или охлаждением сплава позволяет установить закономерность в изменении механических свойств сплавов при различных видах термической и химико-термической обработки.

Диаграмма состояния представляет собой графическое изображение фазового состояния сплавов данной системы в зависимости от температуры и концентрации компонентов. Диаграммы состояния строят при условии равновесия системы. Такое состояние может быть достигнуто при малых скоростях охлаждения или нагрева. Поэтому с помощью диаграмм состояния можно исследовать фазовые и структурные превращения, происходящие в сплавах при медленном нагреве или охлаждении.

Наиболее широко применяются сплавы системы железо-углерод, содержащие до 6,67% углерода, что соответствует его концентрации в цементите. Диаграмма состояния «железо-цементит» (рис.1) имеет важное значение для обоснованного выбора железо-углеродистых сплавов (сталей и чугунов) при изготовлении изделий различного назначения, для теории и практики их термической обработки.

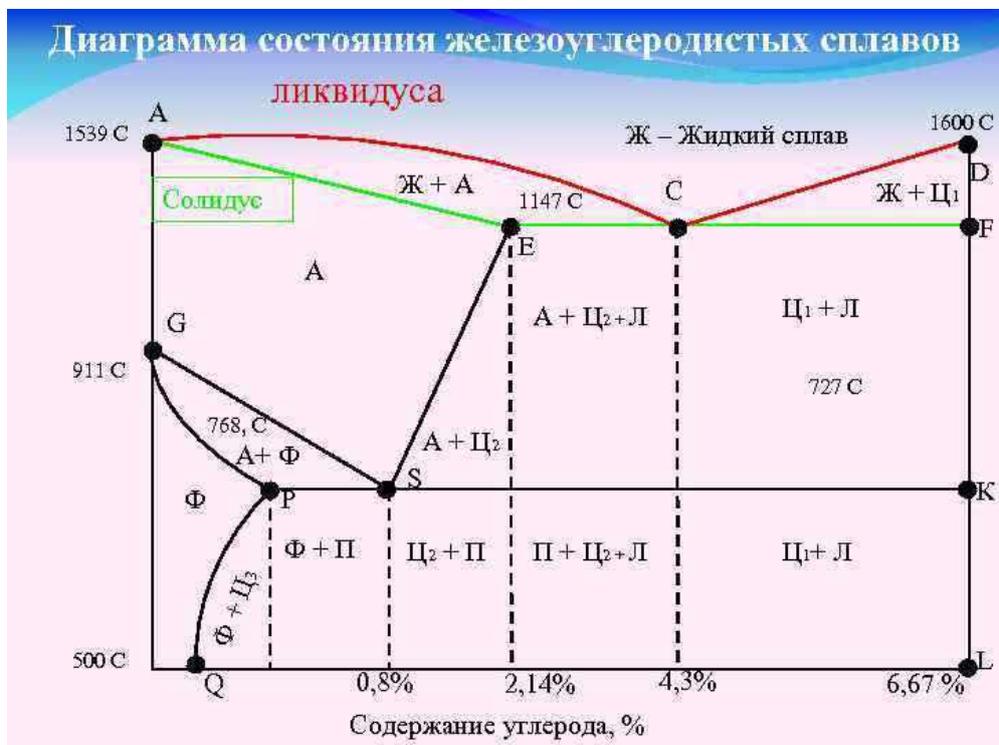
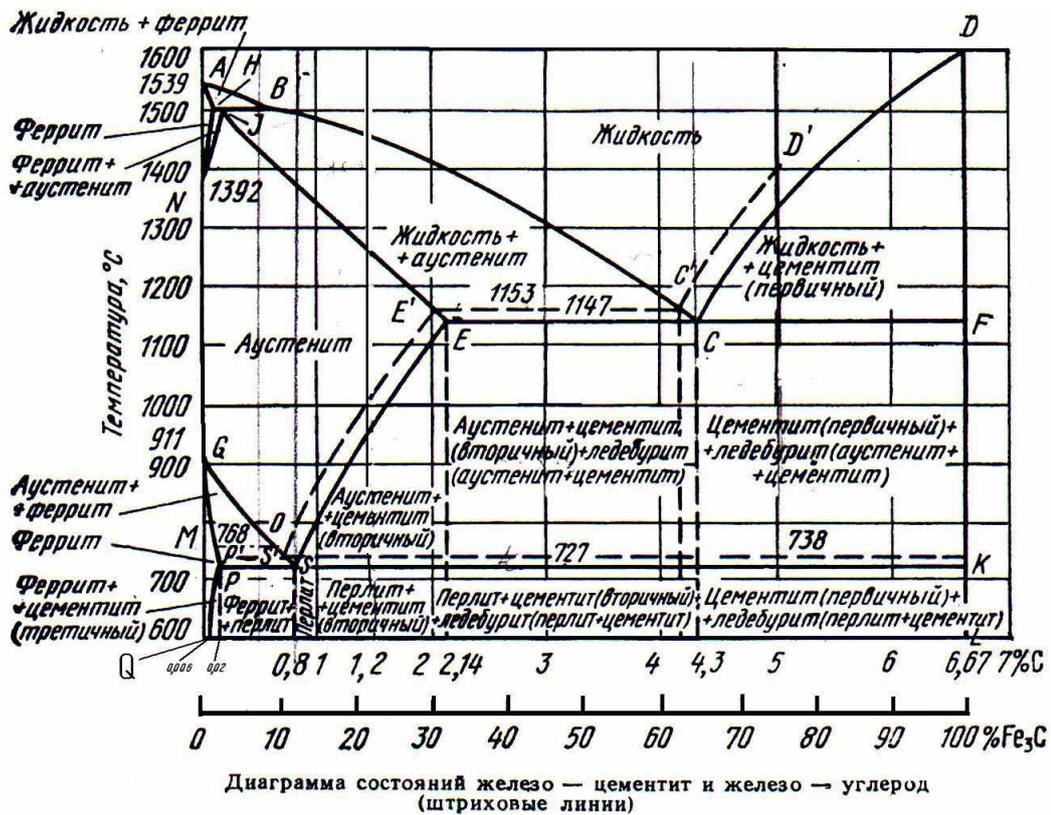


Рисунок 1 - Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов

Для изучения железоуглеродистых сплавов необходимо научиться анализировать диаграмму состояний «железо – цементит»; знать состав, строение и условия образования различных фаз и структурных составляющих; понимать, в чем структурное различие между техническим железом, сталью и чугуном; разобраться, как влияет углерод и нормальные (постоянные) примеси – кремний, марганец, сера и фосфор – на свойства сталей, в чем состоит вредное влияние фосфора и серы, определяющие явления хладно- и красноломкости стали.

Критические точки сталей (точки Чернова), при которых происходят фазовые превращения, устанавливают связь между обработкой стали, ее структурой и свойствами, что обеспечивает возможность назначения режимов термической обработки сталей. Все критические точки обозначаются буквой «А».

Поскольку превращения совершаются при нагреве и охлаждении при различных температурах, чтобы отличить эти процессы, ввели дополнительные обозначения. Для обозначения превращений при нагреве к букве «А» добавляют букву «с»:  $A_{c1}, A_{c2}$ ; при охлаждении – латинскую букву «r»:  $A_{r1}, A_{r3}$ .

Углеродистые стали кроме двух основных компонентов железа и углерода содержат различные примеси (химические элементы). К их числу относятся постоянные и случайные примеси. Постоянные примеси подразделяются на вредные и полезные. И те и другие оказывают влияние на свойства сталей.

Случайные примеси попадают в сталь из вторичного сырья или руд. Их количество невелико, они мало влияют на процессы превращений и свойства сталей.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Почему в технике наибольшее применение получили сплавы, а не металлы?
2. Поясните понятия: «сплав», «компоненты», «фаза», «структура».
3. В чем разница между фазой и структурной составляющей?
4. Как компоненты сплава могут взаимодействовать друг с другом?
5. Перечислите типы сплавов.
6. Охарактеризуйте каждый тип сплавов.
7. Что такое твердый раствор?
8. Какие бывают твердые растворы?
9. Что такое химические соединения?
10. Что такое механическая смесь?
11. Что называется первичной кристаллизацией?
12. Перечислите механические смеси и охарактеризуйте их.
13. Чем различаются диаграммы состояния «железо-углерод» и «железо-цементит»?
14. Какие фазы образуются в системе «железо-цементит»?
15. Какие группы сплавов можно выделить в системе «железо-цементит»?
16. Назовите критические точки сталей. В чем состоит их практическое применение?
17. Назовите постоянные примеси в сталях. В чем заключается влияние вредных примесей и какова роль полезных примесей?
18. Какое влияние оказывает содержание углерода на механические свойства стали?
19. Какие свойства придают сталям сера и фосфор?

**Теме 1.3. Железоуглеродистые, легированные и цветные сплавы**

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Классификация сталей. Углеродистые, конструкционные стали: виды, свойства, маркировка по ГОСТу, применение на подвижном составе железных дорог. Общие сведения о термической обработке сталей. Фазовые превращения при термической обработке сталей. Виды термической обработки: отжиг, закалка и отпуск стали. Влияние термической обработки на механические свойства стали. Общие сведения о химико-термической обработке сталей. Фазовые превращения при химико-термической обработке сталей. Виды химико-термической обработки. Влияние химико-термической обработки на свойства стали.

Классификация чугунов. Свойства, маркировка по ГОСТу и применение различных видов чугунов на подвижном составе железных дорог.

Легированные стали, их классификация. Влияние легирующих элементов на свойства сталей. Маркировка по ГОСТу легированных сталей. Применение легированных сталей на железнодорожном транспорте.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Алюминий и сплавы на его основе. Медь и сплавы на ее основе. Антифрикционные подшипниковые сплавы. Маркировка цветных сплавов. Применение цветных металлов и сплавов на их основе на подвижном составе железных дорог.

### **Методические указания к теме 1.3**

От правильного выбора материала деталей зависят надежность, прочность и долговечность конструкции. При изучении данной темы необходимо уяснить виды сталей, чугунов и цветных сплавов, их свойства и применение на железнодорожном транспорте. Знание свойств, маркировки сплавов помогает специалисту умело пользоваться техническими справочниками и технической литературой при выборе материалов для изготовления и ремонта единиц подвижного состава.

Наибольшее применение на практике при изготовлении деталей машин и различных металлических конструкций имеют сплавы железа с углеродом. К таким сплавам относятся стали и чугуны. Стали классифицируют по химическому составу, качеству, структуре в равновесном состоянии и назначению. По химическому составу все стали делятся на углеродистые и легированные.

На долю углеродистых сталей приходится около 80% общего объема выпуска сталей. Углеродистые стали более дешевые и имеют удовлетворительные механические свойства с хорошей обрабатываемостью резанием и давлением. Существенным недостатком углеродистых сталей является небольшая прокаливаемость, что значительно ограничивает размер деталей, упрочняемых термической обработкой. Углеродистые стали различают: по диаграмме состояний, по структуре, по способу выплавки, по содержанию углерода, по степени раскисления, по качеству, по назначению.

Свойства углеродистых сталей зависят от содержания основного элемента – углерода, а также от содержания постоянных и случайных примесей. Углеродистые стали, за исключением сталей обыкновенного качества, маркируются по содержанию углерода.

Углеродистые стали широко применяются на железнодорожном транспорте для изготовления колесных пар вагонов и локомотивов, для изготовления рельсов.

Свойства сплава зависят от его структуры. Основным способом, позволяющим изменять структуру, следовательно, и свойства, является термическая обработка. Цель любого процесса термической обработки состоит в том, чтобы нагревом до определенной температуры и последующим охлаждением вызвать желаемое изменение строения сплава. Общее представление о превращениях, которые протекают в стали при нагреве, можно получить из диаграммы состояния железо-цементит, рассмотренную при изучении темы 1.2. Диаграмма состояния показывает, каким видам термообработки может быть подвергнут сплав и в каких

температурных интервалах следует производить обработку. Основные факторы воздействия при термической обработке – температура и время, любой процесс термической обработки можно описать графиком, показывающим изменение температуры во времени (рис.1). Для обоснованного выбора температурных режимов термической обработки необходимо знание критических точек сталей рассмотренных при изучении темы 1.2. К основным видам термической обработки относятся: отжиг, закалка с последующим отпуском либо нормализация.

В результате термической обработки в сплавах происходят структурные изменения. После термической обработки металлы и сплавы могут находиться в равновесном (стабильном) и неравновесном (метастабильном) состоянии. При охлаждении деталей вместе с печью в них практически полностью проходят процессы вторичной кристаллизации и связанные с ними диффузионные превращения в металле или сплаве. В результате металл оказывается в состоянии близком к равновесному (стабильному). При охлаждении на воздухе в металле происходят превращения, близкие к равновесным. При быстром охлаждении (например, в масле, в воде) в металле не успевают проходить диффузионные процессы и связанные с ними превращения, поэтому он оказывается в неравновесном (частично неравновесном) состоянии.

Способность металлов растворять различные элементы позволяет при повышенных температурах атомам вещества, окружающего поверхность металла, проникать внутрь него, создавая поверхностный слой измененного состава. При такой обработке изменяется не только состав, но и структура поверхностных слоев, а часто и сердцевины. Такая обработка называется химико-термической обработкой.

В результате химико-термической обработки достигается повышение твердости и износостойкости, предела выносливости или устойчивости к коррозии. Процесс химико-термической обработки состоит из трех стадий: диссоциации, адсорбции и диффузии. Различают следующие виды химико-

термической обработки стали: цементация, азотирование, цианирование (нитроцементация), диффузионная металлизация (алитирование, хромирование, силицирование и другие).

Сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% углерода, называются чугунами. Углерод в чугуне может находиться в виде цементита или графита, или одновременно в виде цементита и графита; графит в чугуне может иметь разные формы, отсюда и разные виды чугунов. В отличие от стали чугуны имеют более высокое содержание углерода, заканчивают кристаллизацию образованием эвтектики, обладают низкой способностью к пластической деформации и высокими литейными свойствами. Их технологические свойства обусловлены наличием эвтектики в структуре. Стоимость чугунов ниже стоимости стали. Микроструктура чугуна состоит из металлической основы и графитовых включений. Свойства чугуна зависят от свойств металлической основы и характера включений графита.

Маркируются чугуны буквами и цифрами.

Легированные стали – это такие стали, в которые для обеспечения требуемых свойств, намеренно вводят легирующие элементы. Введение легирующих элементов значительно усложняет взаимодействие компонентов в стали между собой, приводит к образованию новых фаз и структурных составляющих. Легирующие элементы сильно влияют на фазовые превращения в сталях при нагревании и охлаждении, поэтому воздействуют на структуру и свойства сталей после различной термической обработки. После термической обработки легированные стали обладают лучшими механическими свойствами. Легированием можно также изменить физико-химические свойства стали и получить сталь коррозионностойкую, жаропрочную, немагнитную, магнитную, с особыми тепловыми и электрическими свойствами. Легированные стали классифицируют по структуре в равновесном состоянии, по структуре после охлаждения на воздухе, по количеству легирующих элементов и по назначению. Для обозначения марок легированных сталей принята система букв и цифр.

Обозначение некоторых легированных сталей специального назначения несколько отличается от общепринятого. На железнодорожном транспорте широкое применение находят цветные металлы и сплавы на их основе. К таким металлам относятся медь и алюминий. Различают две основные группы сплавов на основе меди: латуни и бронзы. Сплавы на основе алюминия классифицируются по технологии изготовления изделий: деформируемые, спеченные (порошковые) и литейные. Для обозначения алюминиевых и медных сплавов принята смешанная буквенная и буквенно-цифровая маркировка. Порядок цифр в обозначении марок деформируемых и литейных сплавов различен.

Опорами вращающегося вала являются подшипники. Несмотря на широкое применение подшипников качения, подшипники скольжения часто используются в узлах трения, в том числе и на железнодорожном транспорте. Подшипники скольжения применяют в виде вкладышей. Для их изготовления используют антифрикционные подшипниковые сплавы. Основные требования, предъявляемые к антифрикционным сплавам, определяются условиями работы вкладыша подшипника. Эти сплавы должны иметь достаточную твердость, но не очень высокую, чтобы не вызвать сильного износа вала; сравнительно легко деформироваться под влиянием местных напряжений, т.е. быть пластичными; удерживать смазку на поверхности; иметь малый коэффициент трения между валом и подшипником.

Кроме того, температура плавления этих сплавов не должна быть высокой, и сплавы должны обладать хорошей теплопроводностью и устойчивостью против коррозии.

Наиболее широко применяются сплавы на оловянной и свинцовой основе (баббиты), сплавы на цинковой и алюминиевой основе, а также медносвинцовые сплавы. Условные обозначения марок материалов приведены в приложении 1.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какой сплав называется сталью?
2. Какие виды сталей Вам известны? Что такое степень раскисления сталей и как подразделяются стали по степени раскисления?
3. Что является характерной особенностью инструментальных сталей?
4. Какие стали называются нержавеющей?
5. Как маркируются стали обыкновенного качества?
6. Какие стали относятся к автоматным и как они маркируются?
7. Какими свойствами обладают стали, предназначенные для изготовления литых?
8. Что обозначает число в марке углеродистой качественной конструкционной стали?
9. Какие превращения протекают в сталях при нагреве?
10. Как влияет рост зерна аустенита на механические свойства сталей?
11. Что такое мартенсит, какое он имеет строение и свойства?
12. Что такое отжиг, каковы его цель и назначение?
13. Какие разновидности отжига Вы знаете?
14. Чем отличается закаливаемость стали от прокаливаемости?
15. Какие разновидности закалки Вы знаете?
16. Что такое отпуск и какова его цель?
17. Что такое сорбит и троостит?
18. Какое основное превращение происходит в сталях при медленном охлаждении?
19. Что такое нормализация, ее назначение?
20. Что такое улучшение?
21. Что такое химико-термическая обработка?
22. Перечислите виды химико-термической обработки?
23. Что называется цементацией?
24. Что такое азотирование?

25. Что такое нитроцементация и цианирование?
26. Что такое диффузионная металлизация?
27. Какой сплав называется чугуном?
28. Какие виды чугунов Вы знаете?
29. Структура каких чугунов приведена на диаграмме «железо-цементит»?
30. Какие чугуны с графитом Вы знаете? Какую форму графит имеет в этих чугунах?
31. Как влияет графит на свойства чугунов?
32. Какую структуру металлической основы могут иметь чугуны с графитом?
33. Как металлическая основа влияет на механические свойства чугуна?
34. Что такое серый чугун?
35. Каковы структура, механические свойства и область применения серого чугуна?
36. Что такое ковкий чугун?
37. Каковы структура, механические свойства и область применения ковкого чугуна?
38. Что такое высокопрочный чугун?
39. Каковы структура, механические свойства и область применения высокопрочного чугуна?
40. Как маркируются чугуны?
41. Какие виды легированных чугунов Вам известны?
42. Чем легированные стали отличаются от углеродистых?
43. Что называется легирующими элементами?
44. Какие элементы периодической системы Д.И.Менделеева могут быть легирующими компонентами в сталях?
45. В чем заключается основное влияние легирующих элементов на превращения, структуру и свойства сталей?
46. Какой основной принцип лежит в основе выбора углеродистых или легированных сталей для изготовления деталей машин?
47. Как обозначаются марки легированных сталей?

48. Каково назначение сталей обыкновенного качества. Приведите примеры?
49. Какие стали называют конструкционными?
50. Какой сплав называется бронзой?
51. Какой сплав называется латунью?
52. Чем бронза отличается от латуни?
53. На какие группы делятся алюминиевые сплавы?
54. Назовите марки антифрикционных сплавов и основные требования к ним.
55. Какие цветные сплавы применяются на железнодорожном транспорте и для чего?

#### **Тема 1.4. Способы обработки металлов**

### **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Литейное производство. Стержневые и формовочные материалы. Методы получения отливок. Специальные способы литья. Литейные сплавы, их применение на железнодорожном транспорте. Обработка металлов давлением. Виды обработки металлов давлением: прокатка, прессование, волочение, свободная ковка, штамповка. Изделия, получаемые при обработке давлением.

Способы сварки. Пайка и резка металлов. Применение различных видов сварки, пайки и резки металлов в ремонте подвижного состава. Обработка металлов резанием на токарных, сверлильных и фрезерных станках.

#### **Методические указания к теме 1.4**

При выборе материала для изготовления деталей и способа их ремонта наряду с эксплуатационными требованиями (прочность долговечность,

надежность) следует обязательно учитывать его технологические свойства. Технологические свойства характеризуют поведение материалов в процессе изготовления из них деталей. Рассмотрены эти свойства были в теме 1.1. Под технологичностью следует понимать легкость проведения технологических операций. Существует несколько способов получения из материалов деталей, следовательно, и способов обработки материалов. К ним относятся: получение деталей методом литья, обработка давлением, сварка, пайка и резка материалов, обработка материалов резанием.

Каждый из этих способов имеет свои разновидности и особенности. Литейным производством называется технологический процесс получения фасонных деталей или заготовок (отливок) заливкой жидкого металла в литейную форму. Методом литья можно изготавливать изделия сложной формы, которые другими видами обработки получить трудно или невозможно. Технологичность при литье оценивается жидкотекучестью материала, усадкой при затвердевании. Способы изготовления отливок делятся на две группы: литье в обычные песчаные формы; специальные способы литья.

Способы литья в песчаные формы могут быть ручными и машинными (механизированными и автоматизированными). К специальным методам литья относятся: литье в кокиль (металлические формы свободной заливкой); литье по выплавляемым, растворяемым, выжигаемым моделям; центробежное литье; литье под давлением; литье в оболочковые формы и другие способы литья.

Процесс обработки металлов давлением – это придание материалу требуемой формы, размеров и физико-механических свойств без нарушения его сплошности путем пластической деформации. По назначению процессы обработки металлов давлением подразделяются на два вида: для получения заготовок постоянного поперечного сечения по длине или периодически изменяющимся поперечным сечением (прутки, проволока, ленты, листы). Основными разновидностями таких процессов являются прокатка,

прессование и волочение; для получения штучных деталей и заготовок, имеющих приближенно формы и размеры готовых деталей и требующих обработки резанием для придания им окончательных размеров и получения поверхности заданного качества.

Основными разновидностями таких процессов являютсяковка и штамповка.

В зависимости от температурно-скоростных условий деформирования различают горячую и холодную деформацию.

Обработываемость давлением (прокат,ковка и др.) зависит от пластичности материала.

Сваркой называется технологический процесс получения неразъемных соединений за счет межатомных сил сцепления соединяемых элементов при местном или общем нагреве или пластическом деформировании, или совместном действии и того и другого. Сварка применяется для соединения металлов, пластмасс, а также металлов с некоторыми неметаллическими материалами (графитом, стеклом, металлокерамикой и т.п.). В основе сварки лежит ряд сложных физико-химических процессов, которые обуславливают получение прочного и надежного сварного соединения различных материалов.

Свариваемость материалов можно разделить на физическую и технологическую. Физическая свариваемость – это свойство материала образовывать монолитное неразъемное соединение. Технологическая свариваемость оценивает поведение металла в процессе сварки.

Сварку металлов классифицируют по физическим, техническим и технологическим признакам. По физическим признакам в зависимости от формы вводимой энергии, носителя энергии и наличия давления все виды сварки подразделяются на классы – термический, термомеханический и механический. По виду применяемой энергии сварка может быть электрической, химической и механической.

Пайкой металлов называют процесс соединения материалов в твердом состоянии припоями, которые при температуре пайки находятся в расплавленном состоянии, смачивают паяемые поверхности, заполняют зазор между ними и в результате кристаллизации образуют паяный шов. Образование паяного соединения происходит в результате образования химических связей в контакте основной металл – припой. Пайке поддаются все углеродистые и легированные стали, твердые сплавы, чугун, медь, никель, алюминий и другие металлы.

Основной задачей при разделительной резке металла является удаление его из полосы реза. Этот процесс может выполняться как термическим (расплавление и вытекание), так и химическим способами (окисление, переход в шлаки). Помимо этих процессов, в период разделения металла может оказывать механическое воздействие струя газа, порошка и т.п. Разработано несколько видов термической резки металлов. Резание – это процесс снятия стружки (припуска) с заготовки режущим инструментом для получения детали с заданными размерами и шероховатостью (качеством поверхности). Существует множество способов осуществления механической обработки резанием – это точение, фрезерование, сверление, зенкерование, развертывание, протягивание и другие, сюда же относят и многочисленные способы резания металлов абразивными инструментами.

Обрабатываемость резанием оценивается рядом показателей, одним из которых является вид образующейся стружки.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Что такое технологические и эксплуатационные свойства материалов?
2. Как характеризуется обрабатываемость резанием, давлением, свариваемость?

3. Какие сплавы обладают хорошими литейными свойствами?
4. Какие сплавы обладают высокой пластичностью?
5. Какие материалы хорошо свариваются?
6. Какие материалы обладают повышенной обрабатываемостью резанием, а какие пониженной?
7. Какие существуют основные способы литья материалов?
8. Какие требования предъявляются к формовочным смесям?
9. Какие наиболее существенные изменения претерпевает материал деталей при горячей, и какие при холодной обработке давлением?
10. Назовите разновидности процессов прокатки?
11. В каких случаях для получения заготовок применимаковка?
12. Какие существуют способы сварки?
13. Какова сущность пайки и каковы ее особенности по сравнению со сваркой?
14. По каким признакам и как классифицируют методы пайки?
15. Какие материалы необходимы для пайки?
16. В чем преимущества литья по сравнению с обработкой резанием или давлением?
17. В чем заключается принцип резания?
18. Какие инструменты необходимы для обработки резанием?
19. Какие станки необходимы для обработки резанием?
20. Что такое фрезерование и чем оно отличается от токарной обработки?
21. Каково назначение шлифования?
22. Какими методами обработки поверхностей достигается повышенная точность и чистота?
23. Каково назначение сверлильных, расточных, долбежных и протяжных операций?
24. Каково назначение зенкеров, разверток и метчиков?
25. Перечислите виды станков токарной группы и их возможности?
26. Какие токарные станки применяются при ремонте колесных пар?

подвижного состава?

## **Раздел 2. Электротехнические материалы**

### **Тема 2.1. Проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические и магнитные материалы**

#### **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические и магнитные материалы: виды, свойства и применение на подвижном составе железных дорог.

#### **Методические указания к теме 2.1**

Строительство электрифицированных железных дорог, широкое внедрение средств автоматики и телемеханики, модернизация подвижного состава, повышение общей энерговооруженности предприятий транспорта сопровождаются расходом огромного количества электротехнических материалов.

В ходе изучения данной темы необходимо уяснить, что электротехнические материалы обладают особенными свойствами, необходимыми для применения в электрооборудовании и радиоэлектронной аппаратуре. Эти свойства должны соответствовать процессам, происходящим в электроаппаратах: генерирование и передача электроэнергии, выпрямление и модуляция электрического тока, преобразование электрических сигналов в звуковые или световые и т.д. Эти свойства используются при изготовлении разнообразных электротехнических изделий: проводов, волноводов, трансформаторов, магнитов, электронных ламп, лазеров, светотехнических устройств, полупроводников, интегральных схем тензодатчиков и т.д.

Изучение данной темы необходимо начать с повторения основных свойств, определяющих вид материала, которые были рассмотрены ранее при изучении курсов физики и электротехники. Электротехнические материалы по их способности проводить электрический ток делятся на проводниковые, полупроводниковые и электроизоляционные (диэлектрики). Материалы, обладающие способностью намагничиваться, называют магнитными. На основе свойств электротехнических материалов необходимо определить и изучить применение этих материалов на железнодорожном транспорте.

Знание электротехнических материалов необходимо в дальнейшем при изучении электрооборудования подвижного состава, его устройства и эксплуатации.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. На какие группы делятся электротехнические материалы в зависимости от их способности проводить электрический ток. Приведите примеры материалов каждой группы.
2. Какие частицы являются носителями электрических зарядов в металлах, полупроводниках, газах и растворах?
3. В чем отличие электротехнических материалов от конструкционных?
4. Что такое электропроводность?
5. Перечислите металлы и сплавы высокой проводимости.
6. Назовите основные характеристики металлов и сплавов высокой проводимости.
7. Перечислите сплавы с высоким удельным сопротивлением.
8. Перечислите основные свойства сплавов с высоким удельным сопротивлением.
9. Укажите проводниковые металлы и сплавы, применяемые на железнодорожном транспорте.
10. Какие материалы называют сверхпроводниками где они используются?

11. Какие материалы называют криопроводниками и где они используются?
12. Что такое полупроводник?
13. Перечислите основные полупроводниковые материалы.
14. От чего зависит электропроводность полупроводников?
15. Укажите основные свойства полупроводниковых материалов.
16. Объясните, что собой представляет примесная и собственная проводимости полупроводников.
17. Что такое диэлектрик?
18. Перечислите основные свойства диэлектриков.
19. На какие группы можно разделить диэлектрические материалы по свойствам?
20. Назовите область применения диэлектрических материалов на железнодорожном транспорте?
21. Какие материалы относятся к магнитным?
22. На какие группы делятся магнитные материалы по их свойствам и назначению?
23. Перечислите основные характеристики магнитных материалов.

### **Раздел 3. Экипировочные материалы**

#### **Тема 3.1. Виды топлива**

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Твердое, жидкое и газообразное топливо. Свойство и применение различных видов топлива на подвижном составе железных дорог

### **Методические указания к теме 3.1**

Топливо, масла и смазки являются основными экипировочными материалами на железнодорожном транспорте. Они могут отличаться своими

эксплуатационными качествами в зависимости от вида и особенностей сырья, из которого их получают, а также в зависимости от способа переработки этого сырья.

Топливом называют горючие вещества, способные при сжигании выделять тепловую энергию, используемую для технических и хозяйственных целей.

В зависимости от физического состояния топливо может быть: твердым, жидким и газообразным. По происхождению топливо бывает природным и искусственным. По виду использования топливо делится на энергетическое, непосредственно сжигаемое для получения тепловой энергии, и технологическое, используемое для специальных целей (коксование, газификация и прочее).

Твердое и жидкое топливо состоит из горючих, негорючих элементов и балласта, газообразное – из горючих и негорючих газов.

Важнейшим компонентом горючей массы является углерод. Кроме этого элемента в состав горючей массы входят: водород, кислород, сера, азот. Различные характеристики топлива определяют особенности его горения.

Одним из основных показателей при оценке тепловых свойств топлива является теплота сгорания. Каждое топливо характеризуется различными значениями теплоты сгорания, поэтому для сравнения отдельных видов топлива установлен эталон.

При изучении данной темы необходимо уяснить, чем топливо отличается от любых других видов материалов. Для более подробного изучения свойств топлива необходимо вспомнить из школьного курса виды топлива, их классификацию. На основе свойств выяснить, где и какие виды топлива применяются на железнодорожном транспорте и почему.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Что такое топливо?
2. Что такое теплота сгорания?
3. На какие группы и по каким свойствам можно разделить топливо?
4. Какие основные технические требования предъявляются к топливу?
5. Что такое условное топливо?
6. Чем отличаются между собой низшая и высшая теплота сгорания?
7. Что называется горением?
8. Назовите, что входит в состав топлива?
9. От чего зависят основные теплотехнические и технологические характеристики топлива?
10. Что такое цетановое число?
11. Что такое октановое число?
12. От чего зависит вязкость жидкого топлива?
13. Перечислите виды жидкого топлива?
14. Назовите преимущества жидкого топлива?
15. Перечислите способы получения искусственного жидкого топлива.
16. Почему нефть не используется в качестве топлива?
17. Что называют искусственным твердым топливом?
18. Перечислите основные свойства топлива.
19. Перечислите виды газообразного топлива.
20. В чем заключается преимущество газообразного топлива по сравнению с другими видами топлива?
21. Какие виды топлива применяются на железнодорожном транспорте?

### **Тема 3.2. Смазочные материалы**

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Назначение смазочных материалов. Жидкие, пластичные и твердые смазочные материалы: их виды, свойства и применение на подвижном составе железных дорог.

### **Методические указания к теме 3.2**

Необходимо помнить, что основным материалом, применяемым для изготовления узлов и деталей подвижного состава, являются сплавы на основе железа и углерода, а это стали и чугуны. Каждый из этих материалов обладает определенными механическими свойствами. Для повышения износостойкости узлов и деталей в процессе эксплуатации необходимо применять смазочные материалы. Кроме этого смазочные материалы отводят тепло от трущихся поверхностей и защищают изделия от коррозии. Смазочные материалы разделяются по происхождению на растительные, животные и минеральные. По физическому состоянию они бывают жидкие, твердые и пластичные (консистентные).

Жидкими смазочными материалами или маслами называются те из них, которые при обычной температуре находятся в жидком состоянии. К нефтяным маслам для улучшения природных, а также для придания им новых необходимых качеств добавляются различные вещества, называемые присадками, которые имеют различное назначение.

Пластичными (консистентными) смазочными материалами, или смазками, называются такие, которые при указанном условии сохраняются в полужидком или твердом состоянии.

Твердые смазочные материалы не меняют своего состояния при изменении температуры окружающей среды.

Практически все виды смазочных материалов применяются на железнодорожном транспорте.

Эксплуатационные качества смазочных материалов зависят от их физико-химических свойств. Не все физико-химические свойства в

одинаковой мере влияют на качество смазочных материалов. Наиболее важными из них, определяющими эксплуатационные качества, являются его вязкостно-температурные свойства.

Качество смазки влияет на мощность механизмов и машин в целом, на расход топлива, на надежность работы механизмов и их долговечность. Качество смазочных материалов снижается из-за попадания в них воды, механических примесей, а также продуктов износа.

Чтобы правильно подобрать тип смазочного материала необходимо кроме свойств смазки знать условия эксплуатации узлов или деталей, для которых мы выбираем смазочные материалы.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Что такое смазочные материалы?
2. Назовите основные требования, предъявляемые к минеральным маслам.
3. Назовите основные требования, предъявляемые к пластичным смазкам.
4. На какие группы можно разделить смазочные материалы в зависимости от их свойств?
5. Что является основой минеральных масел?
6. Что является основой синтетических смазочных материалов?
7. Какие технические требования предъявляются к жидким смазочным материалам?
8. Какие технические требования предъявляются к пластичным смазкам?
9. Как на свойства смазочных материалов влияют вода и механические примеси?
10. Перечислите основные свойства пластичных смазок, по которым можно произвести сравнительную оценку их качества и определить область возможного их использования?

11. Поясните понятие «пластичные (консистентные) смазки»?
12. Для чего в минеральные масла добавляют присадки?
13. От чего зависит пластическое мазеобразное состояние консистентных смазок?
14. Перечислите загустители, используемые для приготовления пластичных смазок.
15. Где и какие виды смазочных материалов применяются на железнодорожном транспорте?

## **Раздел 4. Полимерные материалы**

### **Тема 4.1. Строение и основные свойства полимеров**

#### **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Состав, строение и свойства полимеров. Способы получения полимеров. Материалы на основе полимеров. Применение полимерных материалов на подвижном составе железных дорог.

#### **Методические указания к теме 4.1**

Материалы на основе полимеров обладают широким комплексом свойств, позволяющих использовать их на транспорте в качестве конструкционных, электро-, тепло-, звукоизоляционных и антифрикционных материалов. Применение на транспорте материалов на основе полимеров позволяет, в первую очередь, получить экономию дорогих цветных металлов и высоколегированных сталей, снизить нагрузку на ось колесной пары, обеспечить комфорт пассажирам.

Полимерные материалы широко используют в ремонтном производстве при восстановлении деталей. Эти материалы обеспечивают необходимую

износостойкость и прочность восстановленных изделий, а технология их восстановления отличается простотой выполнения операций без применения сложного оборудования.

Восстанавливают детали путем нанесения на изношенные или поврежденные поверхности тем или иным способом слоя пластмассы, склеивания или заделки трещин и разрывов.

В ремонтном производстве наиболее часто применяют полиамидные смолы, полиэтилен, волокнит, стекловолокнит, составы на основе эпоксидных смол, синтетические клеи, фторопласты, термопласты и другие.

К техническим требованиям, предъявляемым к полимерам, относятся: высокая термостойкость, прочность в условиях вибрационных и переменных нагрузок, стойкость к воздействию воды, топлива, масел.

Отрицательным свойством многих полимеров является их склонность к старению. В результате они становятся хрупкими, изменяется их прочность и другие свойства. Интенсивность старения определяется условиями эксплуатации узлов и деталей и структурой материала. Для замедления старения в полимерные материалы добавляют стабилизаторы.

Достоинствами синтетических полимеров являются малый вес изготовленных из них деталей, большая прочность, малая трудоемкость изготовления.

При изучении видов и свойств полимеров необходимо вспомнить из курса химии, какие материалы относятся к органическим, а какие к неорганическим в зависимости от элементов, входящих в их состав; какими достоинствами и недостатками они обладают.

Способами получения полимеров служат реакции полимеризации (сополимеризации) и поликонденсации. Процесс, при котором происходит многократное соединение мономеров одного состава, называется полимеризацией. Реакции соединения мономеров неодинакового состава по цепной схеме называется сополимеризацией. Поликонденсация – это реакция

между химически активными группами, приводящая к образованию нового вещества, состав которого отличается от исходных мономеров.

Пластические массы (пластмассы) – это синтетические материалы, получаемые на основе органических и элементоорганических полимеров. Свойства пластмасс определяются свойствами полимеров, составляющих их основу. Пластмассы состоят из нескольких компонентов: связующего вещества, наполнителя, пластификатора и других.

Пластмассы, также как и полимеры делятся на термопластичные и термореактивные. Пластмассы различают по наполнителям, по способу применения. Кроме того, существуют газонаполненные пластмассы, отличающиеся высокими тепло- и звукоизоляционными качествами. Некоторые из них широко применяются на подвижном составе.

Резина широко применяется для изготовления деталей подвижного состава, для защиты от коррозии, герметизации соединений, амортизации оборудования и инструмента, а также в качестве электроизоляционного материала для изготовления силовых кабелей шнуров, проводов и т.п.

Резина – продукт переработки при повышенной температуре смеси, состоящей из каучука, серы и специальных добавок. Основой резины являются каучуки – натуральный или синтетические, которые и определяют основные свойства резины. Резина имеет высокие эластичные свойства, высокую упругость и сопротивляемость разрыву. Резина является хорошим тепло- и звукоизоляционным материалом. Кроме того, резина обладает малой плотностью, высокой стойкостью против истирания, химической стойкостью, хорошими электроизоляционными свойствами, которые были рассмотрены при изучении темы 2.1. В зависимости от условий эксплуатации различают резины общего и специального назначения.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Что называется полимером?
2. Какое строение имеют полимеры?
3. По какому принципу и как классифицируются полимерные материалы?
4. Какие полимеры называются органическими, а какие неорганическими?
5. Какую структуру имеют полимеры?
6. Перечислите способы получения полимеров.
7. Чем различаются между собой термопластичные и термореактивные полимеры?
8. Что такое пластмассы?
9. Назовите основные свойства пластмасс.
10. Как классифицируются пластмассы?
11. Назовите основные способы переработки пластмасс в изделия.
12. Что такое резина и что входит в ее состав?
13. Перечислите неорганические полимерные материалы.
14. Приведите примеры использования полимерных материалов на железнодорожном транспорте?
15. Что входит в состав резины?
16. Какой полимер является основой различных типов резин?
17. Почему резина находит применение на железнодорожном транспорте?
18. От каких компонентов и как зависят свойства резины?
19. В чем сущность процесса вулканизации?
20. Как изменяются свойства резины после вулканизации?
21. Какими способами защищают резину и резиновые изделия от старения?

## **Раздел 5. Композиционные материалы**

### **Тема 5.1. Виды и свойства композиционных материалов**

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Композиционные материалы: назначение, виды и свойства. Способы получения композиционных материалов. Применение композиционных материалов на подвижном составе железных дорог (элементы внутреннего оснащения вагонов, композиционные колодки и др.).

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ТЕМЕ 5.1

Композиционным материалом, или композитом, называют объемную гетерогенную систему, состоящую из сильно различающихся по свойствам, взаимно нерастворимых компонентов, строение которой позволяет использовать достоинства каждого из них. Композиционные материалы состоят, как правило, из сравнительно пластичного матричного материала-основы и более твердых и прочных компонентов - упрочнителей (наполнителей, арматуры) распределенных в объеме матрицы. Свойства композитов зависят от свойств основы, наполнителей и прочности связи между ними.

Композиционные материалы классифицируют по основным признакам: типу матрицы; виду армирующего элемента; особенностям макростроения; методами получения.

Матрица придает изделию из композита заданную форму и монолитность, обеспечивая передачу и распределение нагрузки по объему материала, защищает армирующие элементы от внешних воздействий. Непосредственно определяет термическую и коррозионную стойкость, электрические и теплозащитные свойства, склонность к старению, технологию изготовления и другие характеристики композиционного материала и изделий из него.

В зависимости от материала основы различают композиты с металлической матрицей, или металлические композиционные материалы, с полимерной – полимерные композиционные материалы и с керамической – керамические композиционные материалы.

Армирующие элементы (наполнители) вводят в композиционный материал с целью изменения его свойств: увеличение прочности, жесткости и пластичности; изменения плотности, электрических, теплофизических и других характеристик в различных направлениях по объему материала и отдельных местах изделия из него.

Целесообразно различать собственно наполнители и армирующие элементы. Наполнители – это преимущественно дисперсные и коротковолокнистые вещества, введение которых позволяет достичь не более чем двукратного повышения прочности матрицы. Армирующие элементы (арматура) – это высокопрочные стержни, волокна, ткани, которые способствуют повышению прочности в 2-10 и более раз по сравнению с прочностью матрицы. В композиционном материале могут находиться и наполнители, и армирующие элементы.

По типу упрочняющих наполнителей композиты подразделяют на дисперсно-упрочненные, волокнистые и слоистые.

Для того чтобы изучать композиционные материалы, необходимо вспомнить виды и свойства металлов и сталей, виды и свойства полимерных материалов, виды и свойства электротехнических материалов.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Какие материалы называют композиционными?
2. Каковы преимущества композиционных материалов по сравнению с их

образующими компонентами?

3. Что является матрицей в композиционных материалах?

4. Какие наполнители используют для упрочнения композиционных материалов?

5. Как разделяют композиты по виду наполнителя?

6. Есть ли разница между наполнителем и арматурой?

7. Какое строение могут иметь композиционные материалы?

8. Какие материалы используются для упрочнения дисперсно-упрочненных композитов?

9. Из каких материалов изготавливают матрицы дисперсно-упрочненных и волокнистых композитов?

10. В каких целях используются композиционные материалы?

11. По каким параметрам классифицируются композиционные материалы?

12. Что из себя представляют материалы типа САП?

13. Какими способами можно получать композиционные материалы?

14. Из чего изготавливают армирующие волокна?

15. От чего зависит прочность композитов?

16. В чем преимущества композитов перед металлическими сплавами?

17. Какие дисперсно-упрочненные и волокнистые композиты применяются при изготовлении и ремонте подвижного состава?

18. Где на железнодорожном транспорте применяются композиционные материалы?

## **Раздел 6. Защитные материалы**

### **Тема 6.1. Виды защитных материалов**

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Защитные материалы: назначение, виды, свойства. Способы нанесения защитных материалов. Применение защитных материалов на подвижном составе железных дорог.

### **Методические указания к теме 6.1**

Защитные материалы предназначены для защиты металлов и металлических сплавов от коррозии, а неметаллических материалов от гниения, кроме того, они могут выполнять особые функции (например, выполнять функции электроизоляционных материалов) и придавать материалам декоративный вид.

При выборе защитных материалов следует учитывать назначение и материал покрываемой детали, условия ее эксплуатации, свойства защитного материала и способ его нанесения, допустимость контакта сопрягаемых материалов детали или изделия и защитного материала, а также экономическую целесообразность применения данного защитного материала.

Важнейшим требованием является надежное сцепление защитного материала с основным материалом детали.

Для защиты металлов от коррозии применяются разнообразные методы, важнейшими из которых являются: применение химически стойких сплавов; защита поверхности металла покрытиями; обработка коррозионной среды; электрохимические методы.

Часть этих методов, следовательно и знакомство с материалами были рассмотрены при изучении тем 1.3 и 3.2.

Для защиты металлов от коррозии применяют следующие виды покрытий: металлические, в качестве которых применяют металлы, образующие на своей поверхности защитные пленки (хром, никель, цинк,

алюминий и другие); неметаллические покрытия лаками, красками, эмалями, фенолформальдегидными и другими смолами; покрытия, создаваемые химической или электрохимической обработкой металла, представляющие собой защитные оксидные или солевые пленки (оксидирование, фосфатирование).

Неметаллические защитные материалы по химическому составу можно разделить на материалы органические и неорганические. К органическим относятся лаки и краски, а также резина и пластические массы, рассмотренные в теме 4.1. Неорганические материалы представляют собой полученные на поверхности металлов неорганические соединения (фосфаты, окислы) и покрытия на основе силикатных эмалей. Изделия из дерева подвергаются гниению, т.е. разрушению спорами разных грибков и насекомыми. Для увеличения их сопротивляемости загниванию применяют консервацию. Она заключается в пропитке древесины специальными веществами – антисептиками, в качестве которых применяют креозотовое масло, нефтенат меди, фтористый натрий, хлористый цинк, а также комбинированные антисептические препараты.

Для придания антигорючих свойств готовым деревянным деталям подвижного состава применяют глубокую пропитку их водными растворами солей антипиренов. В последнее время широко применяются противокоррозионные покрытия пластическими массами.

В пассажирских вагонах применяются металлические детали с полимерными покрытиями взамен окрашенных, никелированных и хромированных.

Методы нанесения покрытий различаются по: способам нанесения порошкового материала (пневмораспылением, электростатическим напылением и другими); способом его оплавления (пламенный, индукционный и другие); виду применяемой аппаратуры (камерный, бескамерный и другие).

Покрyтия из резиновых материалов используют для защиты стальных изделий от коррозии и абразивного изнашивания.

При нанесении резиновых покрытий (гуммировании) обеспечивается защита от коррозии котлов цистерн, а от абразивного изнашивания – сопел пескоструйных аппаратов и т. д.

Гуммирование производится несколькими методами. Самый распространенный заключается в оклейке защищаемого объекта листами сырой резиновой смеси с последующей вулканизацией паром, горячим воздухом или кипящей водой.

Для изучения данной темы необходимо вспомнить легированные стали и чугуны и их свойства, химико-термическую обработку сталей, виды и свойства смазочных материалов, виды и свойства электроизоляционных материалов, и в частности электроизоляционных лаков, виды и свойства полимерных и композиционных материалов.

Лакокрасочные материалы – это составы, наносимые на защищаемую поверхность тонкими слоями и образующие после высыхания и отверждения твердую, плотную и прочно сцепленную с поверхностью пленку. Они предназначены для защиты поверхности изделий из металла, дерева, пластмасс и других материалов от разрушения, для придания им изоляционных и декоративных свойств. Лакокрасочные материалы состоят из основных материалов (связующие – пленкообразующие вещества, пигменты, наполнители) и вспомогательных (пластификаторы, отвердители, растворители и другие).

В зависимости от состава и назначения лакокрасочные материалы подразделяются на лаки, краски (в том числе эмали), грунты и шпаклевки.

Надежность защиты поверхности изделий достигается использованием многослойных покрытий. Сочетание слоев последовательно нанесенных лакокрасочных материалов различного целевого назначения (грунта, шпаклевки, краски, лака) называется системой покрытия.

Способы нанесения лакокрасочных покрытий: окрашивание кистями и накатными валиками; окрашивание окунанием; окрашивание струйным методом; воздушное распыление; безвоздушное распыление; метод электроосаждения; окрашивание в электростатическом поле; окрашивание в электрическом поле; гидроэлектрическое окрашивание.

При выборе лакокрасочных материалов нужно ориентироваться на надежность защиты поверхности в условиях эксплуатации. Выбирать их надо по преимущественному назначению – атмосферостойкости, водостойкости, термостойкости, электроизоляционным качествам и другим.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Какие материалы называются защитными?
2. С какой целью используют лакокрасочные материалы?
3. Какими специальными свойствами обладают лакокрасочные материалы?
4. По каким признакам классифицируются лакокрасочные материалы?
5. Приведите примеры пленкообразующих веществ.
6. Из чего состоят лаки и краски?
7. Что такое растворители?
8. Какова последовательность операций при нанесении лакокрасочного покрытия?
9. Что относится к основным компонентам лакокрасочных материалов?
10. Что относится к вспомогательным компонентам лакокрасочных материалов?
11. Что называется системой покрытия?
12. Перечислите способы нанесения лакокрасочных материалов.
13. Какие защитные материалы применяются на железнодорожном транспорте?
14. Что такое гуммирование?

15. Где на подвижном составе применяется защита деталей полимерными покрытиями?
16. Перечислите методы нанесения полимерных покрытий.
17. Какие защитные покрытия применяются для изделий из древесины?
18. Что такое антипирены?
19. Где и для каких целей применяются антисептики?
20. В чем проявляются защитные свойства у смазочных материалов?
21. Какую роль в защите металлов и сплавов от коррозии играет химико-термическая обработка?
22. Какие защитные функции могут выполнять легированные стали и чугуны?

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание для контрольной работы составлено в 50 вариантах. Номер варианта определяется двумя последними цифрами шифра студента по табл.1. Контрольная работа состоит из пяти задач.

### ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

ТАБЛИЦА 1

Две последние цифры шифра	Номер варианта	Номер вопросов и задач	Две последние цифры шифра	Номер варианта	Номер вопросов и задач
01, 51	1	1,11,31,41,51	26, 76	26	6,26,36,44,58
02, 52	2	2,12,32,42,52	27, 77	27	7,27,37,43,59
03, 53	3	3,13,33,43,53	28, 78	28	8,28,38,42,60
04, 54	4	4,14,34,44,54	29, 79	29	9,29,39,41,59
05, 55	5	5,15,35,45,55	30, 80	30	10,30,40,42,58
06, 56	6	6,16,36,46,56	31, 81	31	1,29,30,43,57
07, 57	7	7,17,37,47,57	32, 82	32	2,28,31,44,56
08, 58	8	8,18,38,48,58	33, 83	33	3,27,32,45,55
09, 59	9	9,19,39,49,59	34, 84	34	4,26,33,46,54
10, 60	10	10,20,40,50,60	35, 85	35	5,25,34,47,53
11, 61	11	1,11,21,41,59	36, 86	36	6,24,35,48,52
12, 62	12	2,12,22,42,58	37, 87	37	7,23,36,49,51
13, 63	13	3,13,23,43,57	38, 88	38	8,22,37,50,52
14, 64	14	4,14,24,44,56	39, 89	39	9,21,38,49,53
15, 65	15	5,15,25,45,55	40, 90	40	10,19,40,48,54
16, 66	16	6,16,26,46,54	41, 91	41	1,18,39,47,55
17, 67	17	7,17,27,47,53	42, 92	42	2,17,38,46,56
18, 68	18	8,18,28,48,52	43, 93	43	3,16,37,45,57
19, 69	19	9,19,29,49,51	44, 64	44	4,15,36,44,58
20, 70	20	10,20,30,50,52	45, 95	45	5,14,35,43,59
21, 71	21	1,21,31,49,53	46, 96	46	6,13,34,42,60
22, 72	22	2,22,32,48,54	47,97	47	7,12,33,41,59
23, 73	23	3,23,33,47,55	48, 98	48	8,11,32,42,58
24,74	24	4,24,34,46,56	49, 99	49	9,38,31,43,57
25,75	25	5,25,35,45,57	50, 00	50	10,28,29,44,56

## ВОПРОСЫ №№1-40

1. Нарисуйте кристаллические решетки металлов. Укажите, каким металлам они соответствуют. Объясните, что такое аллотропия и анизотропия металлов.

2. Дайте определение твердости. Объясните как определяют твердость металлов и сплавов методами Бринелля, Роквелла и Виккерса, приведите поясняющие схемы. Укажите для каких сплавов какой способ используется.

3. Объясните, как производят испытание металлов на растяжение, нарисуйте диаграмму растяжения образца из мягкой стали и поясните, какие механические характеристики металла определяются при этом.

4. Дайте определение ударной вязкости стали. Объясните, как производят испытания стали на ударную вязкость. Приведите примеры сталей, применяемых для узлов подвижного состава, к которым предъявляются технические требования по ударной вязкости.

5. Опишите классификацию сталей по назначению, химическому составу, качеству. Дайте краткую характеристику сталям каждой группы. Приведите примеры применения этих сталей на железнодорожном транспорте.

6. Объясните, какие стали называются углеродистыми. Опишите их классификацию, свойства и приведите примеры применения этих сталей на железнодорожном транспорте.

7. Объясните, какие стали называются легированными. Опишите их классификацию, свойства и приведите примеры применения этих сталей на железнодорожном транспорте

8. Поясните понятие «диаграмма состояния». Опишите основные точки и линии диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов и укажите их на данной диаграмме.

9. Поясните понятие «диаграмма состояния». Опишите структурные составляющие диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов и укажите их на данной диаграмме.

10. Дайте определение чугуна. Опишите классификацию чугунов и приведите примеры применения различных видов чугунов на железнодорожном транспорте.

11. Дайте определение термической обработки стали. Перечислите виды термообработки и опишите операции термообработки: отжиг и нормализацию.

12. Дайте определение термической обработки стали. Перечислите виды термообработки и опишите операции термообработки: закалку и отпуск.

13. Дайте определение термической обработки стали. Поясните, как связаны между собой термическая обработка и критические точки стали. Опишите структуры, получаемые в процессе термической обработки.

14. Дайте определение химико-термической обработки стали. Опишите процессы, происходящие при химико-термической обработке. Охарактеризуйте операции химико-термической обработки.

15. Опишите основные свойства меди и дайте характеристику сплавам на основе меди. Приведите примеры применения сплавов на основе меди на подвижном составе.

16. Опишите основные свойства алюминия и дайте характеристику сплавам на основе алюминия. Приведите примеры применения сплавов на основе алюминия на подвижном составе.

17. Опишите назначение, виды и свойства антифрикционных сплавов. Приведите примеры использования антифрикционных сплавов на подвижном составе.

18. Перечислите способы получения отливок. Укажите назначение формовочных и стержневых смесей и поясните требования к ним.

Охарактеризуйте виды литья и стали, применяемые для производства деталей подвижного состава.

19. Объясните сущность и виды контактной сварки. Приведите примеры применения контактной сварки на железнодорожном транспорте.

20. Опишите классификацию способов сварки и их применение в производстве и ремонте подвижного состава.

21. Перечислите виды обработки металлов давлением. Опишите сущность и назначение прокатки металлов, получаемые изделия и профили. Какие прокатные профили и для чего применяются при производстве подвижного состава

22. Опишите процесс обработки резанием на станках токарной группы. Укажите разницу между обработкой резанием на токарных и фрезерных станках. Приведите примеры использования этих способов обработки металлов, для производства и ремонта деталей подвижного состава.

23. Опишите процесс обработки металлов резанием на сверлильных станках. Укажите сущность операций сверление, зенкерование и развертывание. Приведите примеры применения данной обработки металлов для производства и ремонта деталей подвижного состава.

24. Опишите процесс обработки металлов на шлифовальных станках. Укажите сущность операций шлифование, хонингование, суперфиниширование, притирка.

25. Объясните, какие материалы называются электроизоляционными. Опишите свойства и виды газообразных и жидких диэлектриков. Приведите примеры использования этих диэлектриков на железнодорожном транспорте.

26. Перечислите основные виды электротехнических материалов. Опишите основные виды и свойства твердеющих диэлектриков. Приведите примеры использования этих материалов на железнодорожном транспорте.

27. Приведите классификацию электроизоляционных материалов. Опишите свойства и виды твердых диэлектриков. Приведите примеры использования твердых диэлектриков на железнодорожном транспорте.

28. Перечислите виды полупроводниковых материалов и укажите их назначение. Опишите основные свойства полупроводниковых материалов и приведите примеры их использования на железнодорожном транспорте.

29. Опишите назначение, виды и свойства проводниковых материалов с высокой проводимостью. Приведите примеры применения этих материалов на железнодорожном транспорте.

30. Опишите назначение, виды и свойства проводниковых материалов с высоким удельным сопротивлением. Приведите примеры применения этих материалов на железнодорожном транспорте.

31. Опишите назначение, виды и свойства магнитных материалов. Приведите примеры их использования на железнодорожном транспорте.

32. Объясните, что такое полимеры, кратко опишите сырье для их получения. Поясните, что такое реакция полимеризации и реакция поликонденсации. Приведите примеры использования термопластов и реактопластов при производстве и ремонте подвижного состава.

33. Объясните, что такое резина, дайте краткую характеристику компонентам, входящим в состав резины. Приведите примеры использования различных типов резин на железнодорожном транспорте.

34. Объясните, какие материалы называют композиционными. Опишите структуру и свойства композиционных материалов. Укажите преимущества композиционных материалов по сравнению с их образующими компонентами.

35. Дайте краткую характеристику различным видам композиционных материалов. Приведите примеры использования композиционных материалов на железнодорожном транспорте.

36. Опишите назначение и классификацию топлива. Охарактеризуйте основные свойства топлива. Приведите примеры использования различных видов топлива на подвижном составе.

37. Опишите классификацию смазочных материалов, способы их получения. Укажите возможные последствия присутствия в смазочных

материалах воды и механических примесей. Приведите примеры применения смазочных материалов на подвижном составе.

38. Опишите назначение, состав и свойства пластичных (консистентных) смазок. Приведите примеры их использования на железнодорожном транспорте.

39. Опишите основные физико-химические свойства минеральных масел. Поясните, что такое старение масел и укажите причины, вызывающие старение. Перечислите виды присадок к минеральным маслам и поясните их назначение.

40. Укажите назначение лакокрасочных материалов и опишите компоненты, входящие в их состав. Приведите примеры применения лакокрасочных материалов на подвижном составе.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ №№ 41-50

Расшифруйте марки железоуглеродистых и цветных сплавов, предложенных в таблице 2.

Таблица 2 - Марки железоуглеродистых и цветных сплавов

Номер вопроса	Марки сплавов	Номер вопроса	Марки сплавов
41	ВСт3сп 40 СЧ 10 12ХН3А АМг5	42	У9А 60 ЧХ28Д2 ШХ15СГ АЛ9
43	ВСт4сп 35 СЧ 25 09Г2Д Б88	44	ВСт5 10пс КЧ 33-8 15Х17АГ14 Д16
45	Ст3Гпс 15кп ЧГ7Х4 60С2А АЛЗ	46	А40Г 20кп ЧЮ6С5 4ХВ2С ЛЖС58-1-1
47	Ст1кп 08кп	48	25Л 10кп

	ВЧ 35 Р6М5 Л60		ЧН20Д2Ш Х6ВФ ЛЦ40С
49	БСт6сп 15пс ВЧ 45 110Г13Л БрО10С10	50	У13А 20пс КЧ 35-10 95Х18-Ш БрАЖ9-4

### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ №№ 51-60

Определить температуры критических точек сталей с содержанием углерода, указанного в табл. 3, в соответствии с номером вопроса по варианту. Указать эти точки на стальном участке диаграммы железоуглеродистых сплавов.

Таблица 3 - Содержание углерода в стали

Номер вопроса	Содержание углерода в стали, в %	Номер вопроса	Содержание углерода в стали, в %
51	0,2	52	0,4
53	0,6	54	0,8
55	1,0	56	1,2
57	1,4	58	1,6
59	1,8	60	2,0

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Изучение дисциплины Материаловедение завершается выполнением контрольной работы, цель которой – систематизировать, закрепить и углубить теоретические знания студентов, полученных при изучении дисциплины.

В процессе выполнения контрольной работы студенты должны использовать основную, дополнительную и специальную литературу. По объему контрольная работа должна быть не менее 10-15 страниц печатного текста. Оформляется на стандартных листах формата А4 в соответствии с требованиями ЕСКД.

Задания на контрольную работу составлены в 50 вариантах. Каждый студент выполняет свой вариант согласно табл. 1 в соответствии с двумя последними цифрами своего шифра.

Каждый вариант содержит три теоретических вопроса и два практических задания, данные для выполнения которых, приведены в табл.2 и табл.3.

Для ответа на вопросы №№1-40 необходимо изучить материал соответствующих тем дисциплины. Ответы на вопросы должны быть полными и по возможности должны сопровождаться поясняющими рисунками, схемами и таблицами.

При выполнении не допускается их копирование. В каждом ответе должна содержаться информация по применению данного вида материала на подвижном составе.

В конце контрольной работы следует приводить список использованной литературы.

При выполнении практических заданий, вопросы №№41-50, следует изучить маркировку железоуглеродистых и цветных сплавов и воспользоваться приложением 1, «Условные обозначения основных элементов в марках металлов и сплавов».

Для выполнения практического задания №№ 51-60, следует ознакомиться с диаграммой железоуглеродистых сплавов и критическими точками стали тема 1.2.

Необходимо отобразить схематично участок диаграммы железоуглеродистых сплавов, восстановить перпендикуляр из точки оси абсцисс, соответствующей содержанию углерода в заданном сплаве. Затем,

обозначить точки пересечения как критические точки и опустить из них перпендикуляры до оси ординат. По полученным построениям получить температуру критических точек как их ординат и дать краткую характеристику этим точкам.

### **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО РАСШИФРОВКЕ МАРОК МАТЕРИАЛОВ**

Расшифровать марки железоуглеродистых и цветных сплавов:  
БСт1кп; 50; У7А; СЧ25; 30Х3МФ; ШХ4; 25ГФЛ; ЛН65-5; БрО8Ц4.

БСт1кп – углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества, марки 1, группы Б – с гарантированным химическим составом, кипящая.

50 – углеродистая конструкционная сталь, качественная, спокойная, с средним содержанием углерода 0,5%.

У7А – углеродистая инструментальная высококачественная сталь, содержание углерода – 0,7%.

СЧ25 – серый чугун, временное сопротивление разрыву при растяжении 250 МПа.

30Х3МФ – качественная легированная сталь, среднее содержание углерода 0,3%. Легирующие элементы Х- хром, содержание 3%, М – молибден – до 1,5%, Ф ванадий – до 1,5%.

ШХ4 – шарикоподшипниковая сталь, содержание хрома 0,4%.

25ГФЛ – легированная сталь для фасонного литья, среднее содержание углерода – 0,25%. Легирующие элементы: Г – марганец – до 1,5%, Ф – ванадий – до 1,5%.

ЛН65-5 – деформируемая латунь. Содержание меди – 65%, никеля – 5%, остальное цинк – 30% ( $100-65-5=30$ %).

БрО8Ц4 – литейная бронза. Содержание олова – 8%, цинка – 4%, остальное медь -88% ( $100-8-4=88\%$ ).

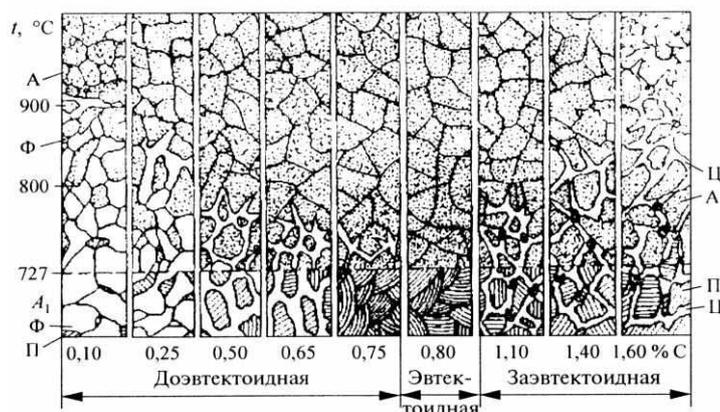
## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО НАХОЖДЕНИЮ КРИТИЧЕСКИХ ТОЧЕК СТАЛИ

Определить критические точки стали с содержанием в ней углерода 1,87%. Указать эти точки на стальном участке диаграммы и охарактеризовать их.

Температуры, при которых происходят фазовые и структурные превращения в железоуглеродистых сплавах, называются критическими точками.

Для выполнения задания необходимо отобразить схематично участок диаграммы состояния железоуглеродистых сталей, отметить на ней основные точки и линии. На шкале содержания углерода в сплаве найти точку соответствующую 1,87% углерода и восстановить перпендикуляр до точки пересечения. Точки пересечения линий диаграммы с этой вертикальной линией и являются критическими для этой стали.

На диаграмме отмечаем вертикальной линией I сплав с содержанием углерода 1,87 %. Точки пересечения этой прямой с линиями диаграммы - т.т. 1, 2, 3, 4.



**СХЕМА ПРЕВРАЩЕНИЯ В СТАЛЯХ (содержание углерода от 0,10 до 1,60%) при охлаждении: А — аустенит; Ф — феррит; П — перлит; Ц — цементит**

### Рисунок 3 - Диаграмма состояния сплавов железо – цементит

Сплав I при температурах больших  $1430^{\circ}\text{C}$  находится в жидком (расплавленном) состоянии.

При охлаждении сплава в т. 1 при температуре  $t_1 = 1430^{\circ}\text{C}$  начинается кристаллизация аустенита из жидкого расплава.

В точке 2 при температуре  $t_2 = 1190^{\circ}\text{C}$  процесс кристаллизации заканчивается.

В точке 3 при температуре  $t_3 = 1075^{\circ}\text{C}$  из аустенита начинает выделяться вторичный цементит.

В точке 4 при температуре критической точки  $t_4 = 727^{\circ}\text{C}$  аустенит, имеющий концентрацию углерода  $0,8\%$ , превращается в перлит (эвтектоидную смесь феррита и цементита), т.е. происходит эвтектоидное превращение.

Сплав I, содержащий  $1,87\%$  С, является заэвтектоидной углеродистой сталью.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Проведение лабораторных и практических занятий предусматривает закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических умений по программе учебной дисциплины.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

Лабораторное занятие № 1

Исследование диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие № 1

Определение твердости и вязкости металлов.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

#### Условные обозначения марок материалов

Материал	Обозначение
Стали	
Углеродистые стали обыкновенного качества	Буквами «Ст» и цифрой (от 0 до 6), обозначающей номер марки (Ст1, Ст2). Увеличение номера указывает на повышение содержания углерода и временного сопротивления. В зависимости от гарантированных свойств стали делятся на три группы: А – с гарантированными механическими свойствами, Б – с гарантированным химическим составом, В – с гарантированными механическими свойствами и химическим составом, которые указываются слева от букв «Ст» (группа А не указывается). Индексы, стоящие справа от номера марки, означают степень

	<p>раскисления стали: кп – кипящая, сп – спокойная, пс – полуспокойная. Между индексом и номером марки может стоять буква «Г» - повышенное содержание марганца.</p>
Углеродистые качественные стали	<p>Двухзначными цифрами: 05,08,10,85, обозначающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. После цифр ставятся буквы, обозначающие степень раскисления стали: если сталь кипящая – кп, если полуспокойная – пс, если букв нет – сталь спокойная. Буква «Г» в марках сталей указывает, на повышенное содержание марганца.</p>
Углеродистые инструментальные стали	<p>Буквой «У» и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в десятых долях процента (У7, У8). Если сталь высококачественная, то справа от цифры ставится буква «А» (У8А).</p>
Автоматные стали	<p>Буквой «А» и цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буква «Г» после цифры обозначает повышенное содержание марганца (А40Г).</p>
Углеродистые стали для фасонного литья	<p>Цифрами, после которых ставится буква «Л». Цифры показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента (15Л, 20Л).</p>
Легированные стали	<p>Буквами и цифрами. Первые две цифры указывают среднее содержание углерода: если цифры две или три - в сотых долях процента, если одна – в десятых, если цифр нет – углерода содержится около 1%. Буквы за цифрами означают, что в составе стали находятся легирующие элементы (обозначение элементов смотри в таблице 5) (20ХН3А, 30ХГС). Цифры, стоящие после букв, указывают примерное содержание легирующего элемента в целых единицах процента. Если содержание легирующего элемента менее 1,5% - цифра отсутствует. Буква «А» в конце марки обозначает, что сталь высококачественная. Если в конце марки стоит буква «Ш» - сталь особо высококачественная.</p>

Подшипниковые стали	Буквами «ШХ» и цифрами, показывающими содержание хрома в десятых долях процента. Буквы после цифр показывают наличие дополнительных легирующих элементов (таблица 5).
Легированные стали для фасонного литья	Цифрами и буквами. Две цифры в начале марки указывают на среднее содержание углерода в сотых долях процента, буквы, стоящие за ними – легирующие элементы (таблица 5). Цифры стоящие после букв, указывают на примерное содержание легирующего элемента в целых единицах процента. В конце марки ставится буква «Л» (30ХМЛ).
Быстрорежущие стали	Буквой «Р», цифра после которой указывает на содержание вольфрама в процентах (Р18). Легирующие элементы в сталях обозначаются буквами в соответствии с таблицей 5, цифры за ними показывают их количество
Чугуны	
Серый чугун	Буквами «СЧ» и двузначным числом, обозначающим минимальное временное сопротивление разрыву при растяжении в МПа ·10-1 (СЧ 10)
Ковкий чугун	Буквами «КЧ». Первое двузначное число обозначает временное сопротивление разрыву при растяжении в МПа ·10-1 , второе число – относительное удлинение в % (КЧ 30-6).
Высокопрочный чугун	Буквами «ВЧ» и двузначным числом, обозначающим временное сопротивление разрыву при растяжении в МПа ·10-1 (ВЧ35).
Легированный чугун	Первой буквой «Ч» и последующими буквами, показывающими наличие легирующих элементов. Цифры обозначают последовательно среднее содержание легирующих элементов в процентах. Буква «Ш» в конце марки означает, что графит в чугуне имеет шаровидную форму (ЧХ32).
Цветные сплавы на основе алюминия	
Литейные (Силумины)	Буквами «АЛ», после которых указывается номер сплава (АЛ2).
Деформируемые, упрочняемые	Буквой «Д», после которой следует номер

термообработкой (Дуралюмины)	сплава.
Деформируемые, не упрочняемые термообработкой	Буквами «АМ», если легирующий компонент марганец – то АМц, если магний – Амг. Цифра показывает содержание легирующего компонента (АМг2).
<b>Цветные сплавы на основе меди</b>	
Деформируемые латуни	Первой буквой «Л» - латунь и другими буквами, показывающими содержание легирующих элементов. Первое число – процентное содержание меди, остальное содержание легирующих элементов (ЛА77-2).
Литейные латуни	Первой буквой «Л» - латунь, затем буквы, показывающие легирующие элементы. Цифры, стоящие за буквами, показывают процентное содержание легирующего элемента (ЛЦ16К4).
Деформируемые бронзы	Первыми двумя буквами «Бр» - бронза и последующими буквами, показывающими только легирующие элементы. Цифры указывают их процентное содержание (БрО4-4).
Литейные бронзы	Первыми двумя буквами «Бр» - бронза, затем буквы, показывающие легирующие элементы. Цифры, стоящие за буквами, показывают процентное содержание легирующего элемента (БрО10С10).
<b>Антифрикционные сплавы</b>	
Баббиты	Буквой «Б» и числом, показывающим содержание олова в процентах (Б88).

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Медь. Ее сплавы, маркировка, свойства.
2. Латунь. Маркировка, свойства.
3. Бронза. Маркировка, свойства.
4. Алюминий. Его сплавы, маркировка, свойства.
5. Чугуны. Классификация, маркировка, примеры применения.
6. Инструментальные легированные стали.
7. Твердые сплавы. Их маркировка и применение.
8. Легированные стали. Влияние легирующих элементов на свойства стали.
9. Инструментальные стали. Быстрорежущие стали.
10. Углеродистые стали. Классификация. Автоматные стали.
11. Углеродистые стали. Стали обыкновенного качества, маркировка.
12. Углеродистые инструментальные стали. Маркировка, применение.
13. Степень раскисления сталей. Углеродистые конструкционные стали.
14. Рессорно-пружинные стали. Маркировка, применение.
15. Углеродистые стали. Классификация и маркировка.
16. Качество и назначение сталей, примеры марок сталей.

17. Серый чугун – маркировка, структура, применение.
18. Ковкий чугун – маркировка, структура, применение.
19. Высокопрочный чугун – маркировка, структура, применение.
20. Сплав. Виды сплавов (механическая смесь, твердый раствор, химическое соединение).
21. Строение металлов и сплавов. Виды кристаллических решеток.
22. Твердость. Способы определения твердости.
23. Свойства металлов и сплавов (физические, химические, технологические...).
24. Диаграмма состояния сплава железо-углерод. Структурные составляющие стали и чугуна.
25. Дефекты кристаллических решеток.
26. Строение металлического слитка. Полиморфные превращения.
27. Мартенсит. Его свойства, особенности.
28. Феррит, цементит, перлит, ледебурит, аустенит.
29. Термическая обработка. Виды термообработки.
30. Закалка. Определение температуры при закалке стали по диаграмме железо-углерод. Среда охлаждения и структура после закалки.
31. Отпуск. Виды отпуска и структура после отпуска, среда охлаждения.
32. Химико-термическая обработка. Ее виды, сущность процесса.
33. Цементация.
34. Азотирование.
35. Нитроцементация (цианирование).
36. Поверхностная закалка.
37. Основные понятия ОМД.
38. Ковка. Виды операций при ковке.
39. Прокатка.
40. Волочение.
41. Прессование.
42. Штамповка. Ее виды.

43. Сварка. Основные понятия. Виды сварки.
44. Сущность дуговой сварки. Электрическая дуга.
45. Электрическая дуга. Факторы, влияющие на устойчивость горения дуги, оборудование и технология работ, техника безопасности.
46. Сущность газовой сварки. Аппаратура, газы для газовой сварки.
47. Газовая сварка. Структура ацетилено-кислородного пламени.
48. Технология газовой резки. Техника безопасности.
49. Пайка. Сущность процесса. Мягкие припои, их состав, марки по ГОСТ. Флюсы для мягких припоев. Техника безопасности при пайке.
50. Пайка. Сущность процесса. Твердые припои, их состав, марки по ГОСТ. Флюсы. Техника безопасности при пайке.
51. Основные элементы резания и геометрия резца.
52. Углы резца.
53. Обработка резанием. Основные понятия: заготовка, припуск, процесс резания, обработка металлов резанием – ее виды, движение при резании.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основные источники:

1. Бондаренко, Г. Г. Материаловедение: учебник для среднего профессионального образования / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 329 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08682-9. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://bibli-online.ru/bcode/433904>

### Дополнительные источники:

1. Ю.С. Козлов «Материаловедение. «Агар». – М.:, 2000г.
2. Н.Н. Воронин и др. «Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники». – М.: Маршрут, 2004г.
3. Г.М. Ганевский, И.И. Гольдин «Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении». – М.: Профобриздат, 2000г.
4. И.Г. Цуркан, С. Н. Казарновский, И.Н. Колотухин «Смазочные и защитные материалы» 2-е издание, перераб. и дополн. – М.: Транспорт, 1981г.
5. Л.Г. Мурзин, В.М. Гончаров «Топливо, смазка, вода» 4-е изд., перераб. и дополн. – М.Транспорт, 1981г.
6. Н.И. Макиенко «Слесарное дело с основами материаловедения. «Уральский рабочий». – Свердловск, 1972г.

