МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ

СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГАПОУ СО КАМЕНСК-УРАЛЬСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

**Методические рекомендации и задания к выполнению внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине**

ОП.07. Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты

для специальности среднего профессионального образования

**11.02.01 РАДИОАППАРАТОСТРОЕНИЕ**

Группа Р-242

Каменск-Уральский, 2019

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой по дисциплине **ОП.07. Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты** на основе требований федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности **11.02.01 Радиоаппаратостроение**

учебного плана основной образовательной программы среднего профессионального образования – программы подготовки специалистов среднего звена по специальности

**11.02.01 Радиоаппаратостроение**

 в ГАПОУ СО «Каменск-Уральский радиотехнический техникум».

Проведена внутренняя техническая и содержательная экспертиза методических рекомендаций по дисциплине **ОП.07. Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты**.

Эксперт: Зарипова М.М., заместитель директора по методической работе ГАПОУ СО «Каменск-Уральский радиотехнический техникум».

Одобрена цикловой комиссией электро-и радиотехнического профиля

 протокол заседания ЦК № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель ЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ М.М.Зарипова.

Автор: Козлова Д.Р.

**ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

**Тема 1.** **Строение и свойства материалов.**

Работа с профессионально- ориентированной литературой: выполнение опорного конспекта по строению, свойствам материалов.

**Тема 2. Проводниковые материалы.**

Работа с профессионально- ориентированной литературой:

-выполнение анализа и классификация свойств материалов высокой проводимости и высокого электрического сопротивления, определение области применения;

-выполнение анализа и классификация типов резисторов, определение назначения, конструктивного исполнения резисторов, УГО резисторов, электрических параметров;

-выполнение анализа характеристик припоев и контактолов.

Подготовка сообщений. Примерная тематика сообщений:

- Благородные металлы: свойства, область применения.

- Припои и контактолы: состав, область применения.

**Тема 3. Диэлектрики.**

Работа с профессионально- ориентированной литературой:

-выполнение анализа и классификация свойств материалов высокого удельного сопротивления;

-выполнение анализа и классификация типов, определение назначения, конструктивного исполнения конденсаторов, УГО конденсаторов, электрических параметров.

Подготовка сообщений. Примерная тематика сообщений:

- Жидкие и газообразные диэлектрики: свойства, область применения.

- Твердые органические диэлектрики: свойства, область применения.

- Твердые неорганические диэлектрики: свойства, область применения.

**Тема 4. Полупроводниковые материалы.**

 Работа с профессионально- ориентированной литературой:

-выполнение анализа и классификация типов, определение назначения полупроводниковых изделий, конструктивного исполнения, УГО полупроводниковых изделий, основных параметров.

Подготовка сообщений. Примерная тематика сообщений:

- Простые полупроводники: свойства, область применения.

- Сложные полупроводники: свойства, область применения.

**Тема 5. Магнитные материалы.**

Работа с профессионально- ориентированной литературой:

-выполнение анализа и классификация типов, определение назначения, обозначения полупроводниковых изделий, конструктивного исполнения, УГО полупроводниковых изделий, основных параметров.

Подготовка сообщений. Примерная тематика сообщений:

- Магнитномягкие материалы низких частот: свойства, область применения.

- Магнитномягкие материалы радиочастот: свойства, область применения.

### СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

При оценивании самостоятельной работы студента учитывается следующие показатели оценивания:

**- правильность и качество выполнения в соответствии с требованиями.**

 Самостоятельные работы оцениваются в 5-балльной системе оценивания, следующим образом:

«5» (отлично) – за умение осознанно практически применять теоретические знания. Оценка «5» (отлично) предполагает правильность и качество выполнения самостоятельной работы в соответствии с требованиями к ней.

 «4» (хорошо) – за умение осознанно практически применять теоретические знания. Оценка «4» (хорошо) предполагает правильность и качество выполнения самостоятельной работы в соответствии с требованиями к ней, но работы имеют отдельные неточности, выполнены с отдельными нарушениями требований.

«3» (удовлетворительно) – за умение практически применять теоретические знания, но выполнять самостоятельные работы в соответствии с требованиями к ним с допущением достаточного количества нарушений требований, часть из которых устранены.

«2» (неудовлетворительно) – если студент не может практически применять теоретические знания, допускает грубые нарушения в выполнении самостоятельных работ в соответствии с требованиями к ним, не может самостоятельно устранить нарушения.

**ТЕМА 1.** **СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ** – 7 час.

**Задание 1.** Работа с профессионально- ориентированной литературой:

выполнение опорного конспекта по строению, свойствам материалов.

Опорный конспект представляет собой вид внеаудиторной самостоятельной работы студента по созданию краткой информационной структуры, обобщающей и отражающей суть материала лекции, темы учебника. Опорный конспект призван выделить главные объекты изучения, дать им краткую характеристику, используя символы, отразить связь с другими элементами.

Основная цель опорного конспекта – облегчить запоминание. В его составлении используются различные базовые понятия, термины, знаки (символы) – опорные сигналы. Опорный конспект – это наилучшая форма подготовки к ответу и в процессе ответа. Составление опорного конспекта к темам особенно эффективно у студентов, которые столкнулись с большим объемом информации при подготовке к занятиям и, не обладая навыками выделять главное, испытывают трудности при ее запоминании.

Опорный конспект может быть представлен системой взаимосвязанных геометрических фигур, содержащих блоки концентрированной информации в виде ступенек логической лестницы; рисунка с дополнительными элементами и др. Задание составить опорный конспект по теме может быть как обязательным, так и дополнительным.

Роль студента: изучить материалы темы, выбрать главное и второстепенное; установить логическую связь между элементами темы; представить характеристику элементов в краткой форме; выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы; оформить работу и предоставить в установленный срок.

Критерии оценки: соответствие содержания теме; правильная структурированность информации; наличие логической связи изложенной информации; соответствие оформления требованиям; аккуратность и грамотность изложения; работа сдана в срок.

**ТЕМА 2. ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ** – 7 час.

**Задание 2.**

Работа с профессионально- ориентированной литературой:

-выполнение анализа и классификация свойств материалов высокой проводимости и высокого электрического сопротивления, определение области применения.

***Основные теоретические сведения***

К материалам с высокой проводимостью предъявляются следующие требования: минимальное значение удельного электрического сопротивления; достаточно высокие механические свойства (главным образом предел прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве); способность легко обрабатываться, что необходимо для изготовления проводов малых и средних сечений; способность образовывать контакты с малым переходным сопротивлением при пайке, сварке и других методах соединения проводов; коррозионная стойкость.

Наиболее распространенными современными материалами высокой проводимости, применяемыми в радиоэлектронике, являются цветные металлы (медь, алюминий, цинк, олово, магний, свинец) и черные металлы (железо), которые применяются в чистом виде. Еще шире используют сплавы этих металлов, так как они обладают лучшими свойствами и более дешевы по сравнению с чистыми металлами.

Для улучшения свойств цветные сплавы подвергаются термической обработке – отжигу, закалке и старению. Отжиг влияет на мягкость материала и уменьшает напряжения в отливках. Закалка и старение повышают механические свойства.

***Медь и ее сплавы***

***Медь.*** Медь является одним из самых распространенных материалов высокой проводимости. Она обладает следующими свойствами:

- малым удельным электрическим сопротивлением (из всех металлов только серебро имеет удельное электрическое сопротивление на несколько процентов меньше, чем у меди);

- высокой механической прочностью;

- удовлетворительной коррозионной стойкостью (даже в условиях высокой влажности воздуха медь окисляется значительно медленнее, чем, например, железо; интенсивное окисление меди происходит только при повышенных температурах);

- хорошей паяемостью и свариваемостью;

- хорошей обрабатываемостью (медь прокатывается в листы и ленты и протягивается в проволоку).

Медь получают чаще всего в результате переработки сульфидных руд. Примеси снижают электропроводность меди. Наиболее вредными из них являются фосфор, железо, сера, мышьяк. Содержание фосфора примерно 0,1% увеличивает сопротивление меди на 55%.Примеси серебра, цинка, кадмия дают увеличение сопротивления на 1…5%. Поэтому медь, предназначенная для электротехнических целей, обязательно подвергается электролитической очистке.

В качестве проводникового материала используют медь марок М0 и М1. Медь марки М1 содержит 99,9% меди, не более 0,1 % примесей, в общем количестве которых кислорода должно быть не более 0,08%. Медь марки М0 содержит примесей не более 0,05%, в том числе кислорода не более 0,02%. Благодаря меньшему содержанию кислорода медь марки М0 обладает лучшими механическими свойствами, чем медь марки М1. Еще более чистым проводниковым металлом (не более 0,01% примесей) является вакуумная медь марки МВ, выплавляемая в вакуумных индукционных печах.

При холодной протяжке получают твердую (твердотянутую) медь (МТ), которая обладает высоким пределом прочности при растяжении, твердостью и упругостью (при изгибе проволока из твердой меди несколько пружинит).

Твердую медь применяют в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую механическую прочность, твердость и сопротивляемость истиранию: для контактных приборов, шин распределительных устройств, для коллекторных пластин электрических машин, изготовления волнопроводов, экранов, токопроводящих жил кабелей и проводов диаметром до 0,2 мм.

После отжига до нескольких сотен градусов (медь рекристаллизуется при температуре примерно 2700С) с последующим охлаждением получают мягкую (отожженную) медь (ММ). Мягкая медь имеет проводимость на 3…5% выше, чем у твердой меди.

Мягкая отожженная медь служит электротехническим стандартом, по отношению к которому удельную электрическую проводимость металлов и сплавов выражают при температуре окружающей среды 200С.

Мягкая медь широко применяется для изготовления фольги и токопроводящих жил круглого и прямоугольного сечения в кабелях и обмоточных проводах, где важна гибкость и пластичность (отсутствие «пружинения» при изгибе), а прочность не имеет большого значения.

Из специальных электровакуумных сортов меди изготавливают аноды мощных генераторных ламп, детали СВЧ устройств: магнетронов, клистронов?, некоторых типов волнопроводов и др.

Медь сравнительно дорогой и дефицитный материал, поэтому должна расходоваться экономично. Отходы меди на электротехнических предприятиях необходимо собирать, не смешивая с другими металлами и менее чистой медью, чтобы их можно было переплавить и снова использовать. В ряде случаев медь как проводниковый материал заменяют другими металлами, чаще всего алюминием.

В ряде случаев, когда от проводникового материала требуется не только высокая проводимость, но и повышенные механическая прочность, коррозионная стойкость и сопротивляемость истиранию, применяют сплавы меди с небольшим содержанием легирующих примесей.

***Бронза.*** Сплавы меди с примесями олова, алюминия, кремния, бериллия и других элементов, среди которых цинк не является основным легирующим элементом, называют ***бронзами***.

При правильно подобранном составе бронзы имеют значительно более высокие механические свойства, чем чистая медь. Бронзы обладают малой объемной усадкой (0,6…0,8%) по сравнению с чугуном и сталью, у которых усадка достигает 1,5…2,5%. Поэтому наиболее сложные детали отливают из бронзы.

Бронзы маркируют буквами Бр (бронза), после которых ставят буквы, обозначающие вид и количество легирующих добавок. Например, бериллиевая бронза Бр.В2 (2% бериллия Be, остальное медь); фосфористая бронза Бр.ОФ 6,5-0,15 (6,5% олова Sn, 0,15 фосфора P, остальное медь Cu).

Введение в медь кадмия дает существенное повышение механической прочности и твердости при сравнительно малом снижении удельной электрической проводимости.

Обладая еще большей, чем кадмиевая бронза, механической прочностью, твердостью и стойкостью к механическому износу бериллиевая бронза не изменяет своих свойств до температуры примерно 2500С. Она находит применение при изготовлении ответственных токоведущих пружин для электрических приборов, щеткодержателей, токоштепсельных и скользящих контактов.

Фосфористая бронза Бр.ОФ 6,5-0,15 (6,5% олова Sn, 0,15 фосфораP, остальное медьCu) отличается низкой электропроводностью. Из нее изготавливают различные малоответственные токопроводящие пружины в электроприборах.

***Латуни***. Латуни представляют собой медные сплавы, в которых основным легирующим элементом является цинк (до 43%).

Латуни прочнее, пластичнее меди, обладают достаточно высоким относительным удлинением при повышенном пределе прочности на растяжение по сравнению с чистой медью, они имеют пониженную стоимость, так как входящий в них цинк значительно дешевле меди. Иногда для повышения коррозионной стойкости в состав сплава в небольшом количестве вводят алюминий, никель, марганец.

Латуни хорошо штампуются и легко подвергаются глубокой вытяжке (контакты термобиметаллического реле, экраны контуров, пластины воздушных конденсаторов переменной емкости, колпачки радиотехнических ламп).

В обозначениях марок сложных латуней после буквы Л (обозначение латуни) ставят буквы, которые указывают на наличие легирующих элементов (кроме меди), например ЛС59-1 (59% меди Cu, 1% свинца Pb, остальное цинкZn).

***Алюминий и его сплавы***

***Алюминий.*** Алюминий относится к так называемым легким металлам ( плотность литого алюминия около 2600, прокатного 2700 кг/м3).

Алюминий обладает следующими особенностями:

- удельное электрическое сопротивление алюминия (при содержании примесей не более 0,05%) в 1,63 раза больше чем у меди;

- алюминий примерно в 3, 5 раза легче меди;

- из-за высоких значений удельной теплоемкости и теплоты плавления алюминия нагревание алюминиевого провода до расплавления требует больших затрат энергии, чем нагревание и расплавление такого же количества меди;

- даже при одинаковой стоимости алюминия и меди в слитках стоимость алюминиевой проволоки почти вдвое ниже, однако использование алюминия для изолированных проводов в большинстве случаев менее выгодно из-за затрат на изоляцию;

- алюминий на воздухе активно окисляется и покрывается тонкой оксидной пленкой с большим электрическим сопротивлением, которая предохраняет алюминий от дальнейшей коррозии, но создает большое переходное сопротивление в местах контакта алюминиевых проводов;

- алюминий менее дефицитен, чем медь;

- существенным недостатком алюминия как проводникового материала является низкая механическая прочность, для ее повышения алюминий подвергается механической обработке;

- прокатка, протяжка и отжиг алюминия аналогичны соответствующим операциям для меди;

- примеси значительно снижают проводимость алюминия.

Алюминий высокой степени чистоты (примесей не более 0,001…0,01%) марок А999 и А995 используют для изготовления анодной и катодной фольги электролитических конденсаторов и в микроэлектронике для получения тонких пленок.

Менее чистый алюминий марок А97 и А95 (примесей не более 0,03%) используют для корпусов электролитических конденсаторов, статорных и роторных пластин воздушных конденсаторов. Из алюминиевой фольги и ленты изготавливают экраны радиочастотных коаксиальных кабелей.

Промышленность выпускает алюминиевую проволоку следующих марок: АТП-твердая повышенной прочности, АТ-твердая, АПТ-полутвердая, АМ-мягкая.

***Алюминиевые сплавы.*** Сплав *альдрей* (0,3…0,5% меди Cu, 0,4…0,7% кремния Si, 0,2…0,3% железаFe, остальное алюминий Al) обладает следующими свойствами:

- повышенной механической прочностью;

- сплав сохраняет легкость чистого алюминия и близок к нему по удельному электрическому сопротивлению;

- более высоким пределом вибрационной прочности по сравнению с чистым алюминием;

Применяется для изготовления проводов малонагруженных линий электропередачи.

*Магналий* (сплав алюминия с магнием) отличается низкой плотностью. Применяется для изготовления стрелок различных электрорадиотехнических приборов.

*Силумин* относится к группе литейных сплавов с повышенным содержанием кремния, меди, марганца. Он обладает хорошей жидкотекучестью, малой усадкой, большой плотностью и повышенной прочностью по сравнению с алюминием и широко применяется для корпусов воздушных конденсаторов.

*Дюраль* принадлежит к деформируемым сплавам алюминия с медью, магнием и марганцем. Медь и магний улучшают механические свойства сплава, а марганец увеличивает твердость и коррозионную стойкость, которая является недостаточной по сравнению с другими коррозионными сплавами. Для защиты от коррозии его покрывают лаками, красками или слоем алюминия.

В обозначениях дюралей после буквы Д стоят цифры, указывающие на наличие легирующих добавок, например Д1 (3,8 % меди, 0,4-0,8% магния, марганца).

***Железо и его сплавы***

Железо обладает следующими свойствами:

- более высокое по сравнению с медью и алюминием удельное электрическое сопротивление ( примерно 0,1 мкОм\*м), что ограничивает возможности применения железа как проводникового материала;

- высокий температурный коэффициент удельного электрического сопротивления TKρ;

- высокая механическая прочность;

- дешевизна и доступность материала;

- большая магнитная проницаемость и высокая индукция насыщения;

- технологичность (хорошо штампуется и обрабатывается на всех металлорежущих станках).

Железо используют при разработке нагревостойких сплавов и сплавов с высоким сопротивлением, в которые железо входит как необходимая составная часть. Его применяют также в электровакуумных приборах как материал для анодов, экранов и других элементов, работающих при температурах до 5000С. Как ферромагнитный материал железо является основным и наиболее дешевым компонентом магнитных материалов. Вследствие низкого удельного электрического сопротивления железо используют при изготовлении изделий, предназначенных для работы только в постоянных магнитных полях.

***Стали.*** Железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода до 0,05% принято называть *техническим железом*, с содержанием углерода 0,05…1,35% - *сталями*, а с содержанием углерода свыше 2% - *чугунами*. Кроме углерода железоуглеродистые сплавы всегда содержат примеси кремния, марганца, серы и фосфора.

Углерод определяет структуру и свойства стали. С увеличением содержания углерода повышается твердость и снижается вязкость, тепло- и электропроводность.

В углеродистой стали кроме основной примеси – углерода всегда присутствуют постоянные примеси: кремний Si( 0,1…0,37%); марганецMn (0,2…0,8%); сераS (0,03…0,06%); фосфорP (0,03…0,07%).

Кремний способствует устранению пузырей в слитке, повышает сопротивление разрыву и упругие свойства стали, а также повышает твердость.

Марганец повышает твердость стали и сопротивление разрыву, уменьшает удлинение и ухудшает свариваемость стали.

Сера является твердой примесью. Присутствие серы в количестве больше допустимого ухудшает прочность, пластичность и коррозионную стойкость, повышает истираемость и изнашиваемость изделий. Фосфор также является вредной примесью. Его повышенное содержание вызывает в стали хрупкость при обычных температурах и появление трещин при ударной деформации, ухудшает механические свойства за счет образования крупнозернистой структуры.

Кислород в стали содержится обычно в тысячных долях процента. При повышении содержания кислорода увеличивается хрупкость стали.

По назначению сталь разделяют на конструкционную и инструментальную. Конструкционные стали применяют для изготовления деталей машин и механизмов. Для изготовления корпусов полупроводниковых приборов используют низкоуглеродистую сталь в виде лент толщиной от 0,05 до 2,5 мм и шириной до 400 мм.

В обозначениях низкоуглеродистых сталей после слова «Сталь» ставят цифру, обозначающую содержание углерода. Например, Сталь10 (содержание углерода 0,1%)

Стали, содержащие в своем составе специальные примеси, называют *легированными*. Присутствие таких легирующих элементов как хром (Х), молибден (М), вольфрам (В), ванадий (Ф), титан (Т), никель (Н), повышает твердость и прочность сталей при значительной пластичности и вязкости, повышает коррозионную стойкость, жароупорность, кислотостойкость и целый ряд других свойств.

***Натрий***

Натрий относится к перспективным проводниковым материалам, обладающим следующими свойствами:

- удельное электрическое сопротивление натрия в 2,8 раза больше чем у меди, и в 1,7 раз больше, чем у алюминия;

- низкая плотность (он легче воды, плотность его в 9 раз меньше плотности меди), поэтому провода из натрия при данной проводимости на единицу длины при нормальной температуре значительно легче, чем провода из любого другого металла;

- химически активен (он интенсивно окисляется на воздухе и бурно реагирует с водой);

- мягок;

- малый предел прочности при растяжении и других деформациях.

Натриевые провода герметизируют в пластмассовые (полиэтиленовые) оболочки, что повышает их механическую прочность и создает электрическую изоляцию.

***Алгоритм выполнения задания.***

1. Изучить теоретический материал.
2. Проанализировать свойства материалов высокой проводимости и высокого электрического сопротивления.
3. Занести информацию в таблицу 1.

Таблица 1 – Анализ свойств материалов высокой проводимости и высокого электрического сопротивления

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование****материала** | **Назначение** | **Область применения** |
|  |  |  |

**Задание 3.**

Работа с профессионально- ориентированной литературой:

-выполнение анализа и классификация типов резисторов, определение назначения, конструктивного исполнения резисторов, электрических параметров, УГО резисторов.

***Алгоритм выполнения задания.***

1. На рис. 1 представлена схема электрическая принципиальная радиоэлектронного устройства.
2. Проанализировать состав резисторов, входящих в состав электрической схемы.
3. Выполнить согласно схеме классификацию типов, определение назначения, конструктивного исполнения, электрических параметров, УГО резисторов.
4. Все данные занести в таблицу 2.

Рис. 1 – Схема электрическая принципиальная радиоэлектронного устройства

Таблица 2 - Анализ состава резисторов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименованиерезистора | Назначение | Тип | Конструктивноеисполнение | Электрическиепараметры | УГО |
|  |  |  |  |  |  |